


GAUDEO



Première édition revue par La Caille
(Polak 1055)

Bel exemplaire complet des
13 planches dépliantes

800 €

NOUVEAU TRAITÉ
DE
NAVIGATION,
CONTENANT
LA THÉORIE ET LA PRATIQUE
DU PILOTAGE.

NOUVEAU TRAITÉ
DE
NAVIGATION,
CONTENANT
LA THÉORIE ET LA PRATIQUE
DU PILOTAGE.

Par M. BOUGUER, *de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, & Honoraire de l'Académie de Marine, ci-devant Hydrographe du Roi au Port du Croisic & au Havre-de-Grace.*

Revu & Abrégé par M. l'Abbé DE LA CAILLE de la même Académie Royale des Sciences, &c.

Avec Figures en Taille-douce.



A PARIS,

Chez H. L. GUERIN & L. F. DELATOUR, rue S. Jacques, à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LX.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

AVERTISSEMENT
DE L'EDITEUR.

Le Traité de Navigation de feu M. Bouguer, composé par l'ordre du Miniſtere, & publié en 1753, n'a pu manquer d'être accueilli favorablement du Public, & ſur-tout de ceux qui obligés par état de s'inſtruire ſur les différentes parties de la Navigation, ſe plaignoient auparavant du peu de ſecours qu'ils pouvoient tirer des meilleurs livres de Pilotage. M. Bouguer étoit trop éclairé pour donner dans ſon Traité quelque choſe qui n'eût pas toute l'exactitude néceſſaire, & il étoit trop au fait de ce qu'il y avoit à deſirer ſur cette matiere, pour en oublier quelque partie eſſentielle; de ſorte qu'il n'y a gueres lieu d'eſpérer qu'on produiſe quelque ouvrage en ce genre qui ſoit meilleur, à moins qu'on ne faſſe de nouvelles découvertes dans cet Art, ou qu'on n'en perfectionne conſidérablement les pratiques. Il ſemble donc que c'eſt s'expoſer à de juſtes reproches, que d'entreprendre de réformer quelque choſe dans le Traité de M. Bouguer en le réimprimant; & par-là je me crois obligé de rendre compte des raiſons qui m'ont engagé à en retoucher pluſieurs endroits, & à ſupprimer pluſieurs méthodes, pour y en ſubſtituer d'autres.

La premiere raiſon a été une eſpece de né-

cessité de changer la forme de l'édition de 1753. Il est rare de trouver dans les ouvrages de cette espece un Livre d'une plus belle impression : mais par cela même son volume & son prix peuvent servir de prétexte à quelques personnes peu éclairées, pour s'en tenir à ces petits Traités de Pilotage, qui ne sont connus que dans quelques Ports, & qui sont écrits avec aussi peu de goût que de justesse; de sorte qu'ils ne servent qu'à perpétuer parmi nos Pilotes un langage barbare, des pratiques vicieuses, & des préjugés aussi ridicules que dangereux. Il étoit donc à propos de faire une édition du Traité de M. Bouguer, qui fût réduite à une forme plus portative, & à un prix plus modéré. Mais il n'étoit gueres possible de diminuer le volume, qu'en abrégeant un grand nombre de préambules, de théories, & de descriptions de pratiques, que M. Bouguer a détaillées, pour ne rien laisser à desirer aux Lecteurs. Je n'ai donc pas hésité de changer en quelques endroits les expressions & les méthodes de M. Bouguer, non pour faire entendre que j'aye perfectionné son Ouvrage, mais parce que cela devient indispensable à tout homme qui se charge de faire l'abrégé d'un Livre tel que celui-ci.

Un autre motif qui m'a engagé à faire quelques changements dans le texte & dans l'ordre des matieres, est que j'ai eu occasion de remarquer dans les longues traversées que j'ai faites sur différents Vaisseaux, qu'on ne met pas les Navigateurs assez au fait des calculs familiers aux

Aſtronomes, quoique la plupart en ſentent l'utilité, & même la néceſſité. Le préjugé que l'on a ſur leurs difficultés, eſt venu ſans doute de ce qu'on ne les a pas encore mis ſous une forme commode & ſimple. M. Bouguer plus accoutumé au calcul analytique qu'à tout autre, ne me paroît pas avoir fait aſſez d'attention à cet article. Il n'a donné preſque aucune regle de Trigonométrie, ni de calcul aſtronomique. Il a de plus diſperſé dans le corps de ſon Ouvrage les Tables ordinaires, qui ont été dreſſées depuis long-temps pour l'uſage de la Navigation; on ne peut diſconvenir que cette diſpoſition ne ſoit bien moins commode que celle d'un Recueil ſuivi de toutes ces Tables. Les Tables de Sinus & de Logarithmes que M. Bouguer a inſérées dans ſon Livre, ſont trop peu étendues pour être d'une utilité réelle aux Marins. Enfin dans les exemples de calculs qu'il a donnés, il ſe ſert ſouvent des Sinus, Tangentes, &c. en nombres naturels, méthode que ſa longueur a fait abolir avec raiſon, quoique très-géométrique, & plus directe que celle où l'on n'emploie que les Logarithmes.

Au reſte, quelque nombreux que ſoient les changements que je me ſuis permis, je ne préſume pas, je le répete, avoir corrigé ou perfectionné l'ouvrage de M. Bouguer. Quand même j'aurois eu le bonheur de le rendre plus parfait, j'aurois tort de m'en prévaloir, puiſqu'il eſt beaucoup plus aiſé d'ajouter aux productions des autres, ou de les éclaircir, que de donner

du nouveau. A la réſerve des détails où je ſuis entré pour la détermination des Longitudes par le moyen des diſtances de la Lune au Soleil ou aux Etoiles, méthode qui eſt le réſultat d'un grand nombre de recherches particulieres, & d'expériences que j'ai faites en mer, j'ai ſuivi M. Bouguer dans toutes les parties de ſon Ouvrage.

En gardant donc toujours le fond excellent de mon Auteur, je n'ai pas cru qu'il fût néceſſaire de diſtinguer par quelque marque ce qui n'eſt que de moi. L'original eſt entre les mains du Public. On eſt à portée de le conſulter, s'il ſe rencontre dans cette Edition quelque choſe qui puiſſe arrêter un Lecteur, ou l'engager à ſoupçonner que je ſois l'Auteur des articles qu'il trouveroit obſcurs ou équivoques. Je crois même qu'il ſeroit utile à la plupart de ceux qui ont déja fait quelques progrès dans l'étude de ces matieres, de comparer les deux éditions pour ſe repréſenter les mêmes choſes ſous différentes expreſſions.

Par une ſuite de la grande liberté que j'ai priſe, je finirai cet Avertiſſement par ce qu'il y a d'inſtructif dans la Préface de M. Bouguer, en omettant ce qui ne tend pas directement à l'utilité des Lecteurs.

» J'ai ſuppoſé, (c'eſt maintenant M. Bouguer » qui parle,) que les Lecteurs n'euſſent aucune » teinture de Géométrie; ce qui m'a obligé de » donner quelques légeres notions de cette ſcien-

ce dans le premier des cinq Livres qui compo- «
ſent ce Traité. Si on ne remontoit pas ainſi aux «
premiers éléments, on priveroit la Marine «
d'un grand nombre de ſujets très-propres à de- «
venir d'excellents Pilotes, qui n'iroient pas «
puiſer dans d'autres ſources les connoiſſances «
préliminaires dont ils auroient beſoin. Il faut «
par la même raiſon donner des éléments de la «
Sphere, entrer dans l'explication du mouve- «
ment des Cieux, & de la ſituation des Aſtres. «
Nous n'allons effectivement, en traverſant les «
Mers, chercher avec certitude une terre éloi- «
gnée, que par une continuelle application de «
l'Aſtronomie & de la Géométrie à la Marine; «
c'eſt même ce qui fournit peut-être la preuve la «
plus frappante aux yeux de pluſieurs perſonnes, «
de l'utilité réelle de ces deux Sciences. L'art «
du Pilote n'en eſt pas moins ſimple; mais la di- «
verſité des matieres qu'il embraſſe, fait qu'il y «
a quelque difficulté à les bien arranger, & qu'on «
trouve des inconvénients réels dans toutes les «
diſpoſitions qu'on peut choiſir. «

Si l'on ſe bornoit à la ſeule énonciation des «
regles ou des pratiques, cet art ne ſeroit plus «
pour le Navigateur qu'une affaire de mémoire, «
&, ſi on le peut dire, de routine. Mais outre «
qu'il eſt beaucoup plus difficile de retenir des «
choſes qui ne ſont point liées les unes avec les «
autres, les connoiſſances du Navigateur ſe trou- «
veroient alors trop imparfaites, pour qu'on pût «
y prendre une entiere confiance. Il eſt certain «
qu'on ne nous inſtruit jamais mieux ni plus ai- «

» ſément, que lorſqu'on nous fait au moins en-
» trevoir les raiſons des choſes qu'on nous expli-
» que. L'enchaînement des matieres fait qu'elles
» ſe placent comme d'elles-mêmes dans l'eſprit
» qu'elles s'y gravent plus profondément ; l'intel-
» ligence qu'on nous donne des unes, nous ai-
» de à concevoir les autres, & nous en rend
» comme Inventeurs. Je n'avance pas légére-
» ment ce que je dis ici en faveur de cette ma-
» niere d'enſeigner. Mon témoignage eſt fondé
» ſur vingt années d'expérience, pendant leſquel-
» les j'ai eu l'avantage de former un grand nom-
» bre de Pilotes.

» Non-ſeulement les Pilotes prennent plus
» promptement une connoiſſance parfaite de leur
» Art, lorſqu'on le fonde ſur de bons principes :
» celle qu'ils acquierent eſt encore plus durable
» & plus ſûre. La Théorie les guidant ſans ceſſe
» dans l'exécution, les fait parvenir beaucoup
» plutôt à cette pratique ou habitude qui leur eſt
» ſi néceſſaire, par laquelle ils operent avec fa-
» cilité.

» L'eſpece de Pratique dont nous parlons ici
» ne peut s'acquérir qu'à la Mer, & par un long
» exercice ; elle eſt très-différente de celle qui
» conſiſte dans la ſcience des faits. Cette der-
» niere peut, à divers égards, faire partie de la
» Théorie ; au lieu que la premiere devient une
» qualité perſonnelle qu'il faut que chaque Ma-
» rin contracte par un travail opiniâtre, & qui ne
» ſe communique pas. Le Pilote, à force de ré-
» péter les mêmes opérations, doit y réuſſir avec

a même adreſſe, que s'il étoit conduit par un « nſtinct naturel. Mais on voit aſſez, que pour « qu'il agiſſe, il faut qu'il ait un but, & qu'il ait « été parfaitement inſtruit de ce qu'il doit exécu- « ter. La Pratique eſt comparable à la main qui « travaille, pendant que la Théorie tient lieu de « l'eſprit qui dirige avec lumiere. Quoique les « regles du Pilotage ſoient auſſi ſimples que gé- « nérales, elles demandent toujours à être modi- « fiées ſelon les différents cas ; & il n'eſt pas dou- « teux que la Théorie ſeule ne doive preſcrire « ces changements. «

Un grand nombre de faits qu'il eſt inutile de « rapporter ici, montrent qu'il eſt extrêmement « néceſſaire que les Pilotes ayent aſſez de Théo- « rie pour pouvoir ſe rendre compte à eux-mê- « mes de la bonté de leurs opérations. On n'a « pas d'autre moyen de les empêcher de ſe trom- « per dans une matiere où les moindres fautes « tirent à conſéquence. D'ailleurs l'obligation « qu'on leur impoſe n'eſt pas pénible ; quelques « mois d'une étude ſérieuſe leur ſuffiſent. C'eſt « en effet une des preuves de la perfection de leur « art, qu'ils puiſſent l'exercer ſans être inſtruits « de toute la Théorie qui a ſervi à l'inventer. « Ce n'eſt ni la pratique aveugle, ni l'expérience « groſſiere qui ont fait découvrir les diverſes mé- « thodes que nous avons de réduire les routes ; « qui ont fait imaginer les différents inſtruments « dont on ſe ſert pour obſerver la hauteur des Aſ- « tres ; qui ont réglé tous les calculs & les au- « tres opérations qu'on employe ſur Mer. Ce «

» ſont des perſonnes habiles dans les Mathéma-
» tiques, qui ſur l'expoſition des beſoins des
» Marins, ont fait à terre ces découvertes ou
» ces différentes applications, qui rendent cette
» partie de l'Art de naviguer ſi ſimple. Il faut
» ſans doute que les Hydrographes puiſſent ſe
» mettre à la place de ces premiers inventeurs,
» & qu'ils voyent diſtinctement les dernieres rai-
» ſons de toutes les choſes qu'ils expliquent. Il
» eſt indiſpenſable qu'ils ſoient plus verſés dans la
» Théorie, afin qu'il ſoit permis aux Pilotes de
» l'être moins. Le Pilote tourné avec raiſon du
» côté de la pratique, ſa partie principale, ſe
» renferme trop ſouvent dans le petit nombre de
» préceptes dont il fait un uſage actuel, & il eſt
» expoſé à perdre de vue tous les autres. Mais il
» faut que l'Hydrographe puiſſe former des Pi-
» lotes qui entreprennent des voyages vers tou-
» tes les extrémités de la Terre, ou qui péne-
» trent dans toutes les Régions Maritimes.

» Cette diſtinction, ſur laquelle nous venons
» d'inſiſter, eſt beaucoup plus importante que
» pluſieurs perſonnes ne pourroient le penſer.
» On l'a ſenti dans tous les temps, & on y a fait
» une très-expreſſe attention, lorſqu'on a voulu
» que les Profeſſeurs d'Hydrographie qu'on a in-
» ſtallés dans les Ports, fuſſent toujours ſuffiſam-
» ment exercés dans les Mathématiques ». La
partie principale qu'ils doivent cultiver eſt ſans
contredit l'Aſtronomie; & s'ils étoient de plus
un peu exercés aux obſervations aſtronomi-
ques, non-ſeulement ils ſe rendroient plus

utiles pour la Navigation, mais ils ne pourroient manquer d'inſpirer le goût de ces mêmes obſervations à pluſieurs Eleves qui auroient quelque diſpoſition naturelle pour ces ſortes de choſes, & qui dans le cours de leurs voyages, procureroient à la Géographie des connoiſſances utiles, en déterminant exactement les poſitions de tant de lieux fréquentés par des Navigateurs de toutes Nations, & qui ne ſont placés ſur les Cartes que par une eſtime vague, à la honte d'un ſiecle auſſi éclairé que le nôtre.

« Il me reſte, vu l'objet que je me ſuis propoſé dans cet Ouvrage, à marquer la maniere « dont je crois que les Commençants en peuvent « retirer plus de fruit. Il ne ſuffit pas de lire ſimplement les Traités de cette eſpece, il faut les « étudier avec ſoin, en inſiſtant ſur chaque matiere. On ſe bornera d'abord aux deux premiers « Livres, dont on fera à part tous les calculs, & « on exécutera en même temps avec la regle & « le compas les figures dont la conſtruction eſt expliquée. On pourra, dans une premiere lecture, paſſer tous les endroits qui ſont imprimés « en plus petit caractere. On s'en épargnera même toujours la lecture, ſi l'on n'aſpire qu'aux « ſeules connoiſſances abſolument néceſſaires. « Lorſqu'on poſſédera les deux premiers Livres, « on ſera déjà conſidérablement avancé; on aura « vu l'uſage des Cartes marines, & on ſe ſera « formé une notion aſſez diſtincte des pratiques « les plus générales employées ſur Mer. Rien « n'empêchera après cela de paſſer aux Livres «

» ſuivants. Je ne crois pas qu'en obſervant cet » ordre, on puiſſe trouver aucune difficulté dans » la lecture de cet Ouvrage. J'ai fait mes plus » grands efforts pour tâcher de le rendre utile, » & je ſerai extrêmement ſatisfait ſi j'y ai réuſſi. »

Il y a dans ce Traité aſſez de pratiques pour faciliter l'uſage de chacune des Regles qu'on y expoſe. Mais un Hydrographe zélé pour ſa profeſſion, ne doit pas s'en contenter. Il doit les varier de toutes manieres, & ſelon tous les cas poſſibles, pour y exercer long-temps ſes Eleves. Il doit faire exécuter les pratiques de chaque Exemple, d'abord par la conſtruction Géométrique d'une figure, enſuite par le calcul Trigonométrique. De même le jeune Marin, deſtitué du ſecours d'un Maître, doit tâcher de ſe procurer des Journaux de Voyages, pour en ſuivre toutes les opérations, & refaire les calculs.

Les Nombres qu'on trouvera dans le courant du diſcours renfermés entre deux parentheſes, comme par exemple, (395), ſervent à indiquer à quel numéro il faut avoir recours, pour trouver la regle ou le principe dont il s'agit de faire une application actuelle. Dans cet exemple, ce ſeroit à la Regle rapportée au haut de la page 152, & marquée du numéro 395, qu'on renverroit le Lecteur pour la conſulter, & pour la ſuivre.



TABLE



TABLE DES MATIERES.

LIVRE SECOND.

LIVRE TROISIEME.

Où l'on donne les Notions d'Astronomie, qui sont utiles aux Navigateurs.

LIVRE QUATRIEME.

Usages qu'ont dans la Navigation les différentes connoissances d'Astronomie données dans le Livre précédent.



LIVRE CINQUIEME.

RECUEIL des Tables dressées à l'usage de la Navigation.

FIN.

Fautes à corriger.

Page 49. *l.* 15. *lisez :* ses deux poles particuliers.
55. *l.* 17. *lisez :* & la caractéristique 20, *au lieu de* de la caractéristique 10.
60. *l.* 15. *lisez :* Aussi-tôt que, *au lieu de* Tout après.
69. *l.* 12. *lisez :* n°. 104. *au lieu de* n°. 5.
7-. *l.* 18. *lisez :* n°. 128. *au lieu de* n°. 29.
87. *l.* 27. *lisez :* figure 28, *au lieu de* figure 37.
109. *l.* 29. *lisez :* Fig. 31. *au lieu de* Fig. 47.
Page 24. du Recueil des Tables, *l.* 23. *lisez :* Logarithmes, *au lieu de* Logarithmiques.



EXTRAIT DES REGISTRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

Du 23 Mai 1760.

MEssieurs CLAIRAUT & DUHAMEL, qui avoient été nommés pour examiner un Livre intitulé : *Nouveau Traité de Navigation par M.* BOUGUER, *revu & abrégé par M. l'Abbé* DE LA CAILLE, en ayant fait leur rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression. En foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, le 23 Mai 1760.

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secret. perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre: A nos amés & féaux Conseillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra, SALUT. Nos bien-amés LES MEMBRES DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES de notre bonne Ville de Paris, Nous ont fait exposer qu'ils auroient besoin de nos Lettres de Privilege pour l'impression de leurs Ouvrages: A CES CAUSES, voulant favorablement traiter les Exposans, nous leur avons permis & permettons par ces Présentes de faire imprimer, par tel Imprimeur qu'ils voudront choisir, toutes les Recherches ou Observations journalieres, ou Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les Assemblées de ladite Académie Royale des Sciences, les Ouvrages, Mémoires ou Traités de chacun des Particuliers qui la composent, & généralement tout ce que ladite Académie voudra faire paroître, après avoir fait examiner lesdits Ouvrages, & qu'ils seront ju-

gés dignes de l'impreſſion, en tels volumes, forme, marge, caractères, conjointement, ou ſéparément & autant de fois que bon leur ſemblera, & de les faire vendre & débiter partout notre Royaume, pendant le tems de vingt années conſécutives, à compter du jour de la date des Préſentes; ſans toutefois qu'à l'occaſion des Ouvrages ci-deſſus ſpécifiés, il puiſſe en être imprimé d'autres qui ne ſoient pas de ladite Académie: faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance; comme auſſi à tous Libraires & Imprimeurs d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre & débiter leſdits Ouvrages, en tout ou en partie, & d'en faire aucunes traductions ou extraits, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit deſdits Expoſans, ou de ceux qui auront droit d'eux, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans; dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers auſdits Expoſans, ou à celui qui aura droit d'eux, & de tous dépens, dommages & interêts; à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément aux Réglemens de la Librairie; qu'avant de les expoſer en vente, les Manuſcrits ou Imprimés qui auront ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſeront remis ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres, & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un en celle de notre Château du Louvre, & un en celle de notredit très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau, Chancelier de France, le tout à peine de nullité deſdites Préſentes: du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir leſdits Expoſans & leurs ayans cauſe, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenue pour dûëment ſignifiée; & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers & Sécrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires; Car tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris le dix-neuviéme

jour du mois de Mars, l'an de grace mil sept cens cinquante, & de notre Regne le trente-cinquiéme. Par le Roi en son Conseil.

Signé, MOL.

Registré sur le Registre XII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 430. fol. 309. conformément au Reglement de 1723, qui fait défenses, article 4. à toutes personnes, de quelque qualité qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre, soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement; à la charge de fournir à la susdite Chambre huit Exemplaires de chacun, prescrits par l'art. 108. du même Réglement. A Paris le 5 Juin 1750.

Signé, LE GRAS, Syndic.

AVIS AU RELIEUR.

LE RELIEUR placera les Planches gravées dans l'ordre qui suit.

NOUVEAU



NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION,

CONTENANT LA THÉORIE ET LA PRATIQUE DU PILOTAGE.

LIVRE PREMIER.

Dans lequel on donne les premieres connoissances de Géométrie, qui sont utiles ou nécessaires aux Pilotes.

On peut diviser l'Art de naviguer en trois parties; *l'Architecture navale*, ou la Construction des Vaisseaux, *le Pilotage*, & *la Manœuvre*. L'Architecture navale est exercée à terre par des personnes qui s'y livrent entiérement, & qui sont obligées d'acquérir beaucoup de connoissances dont les Marins n'ont pas absolument besoin. Ainsi nous devons considérer le Vaisseau comme déja construit; nous devons supposer qu'il est déja prêt à mettre à la voile, & qu'il s'agit de le conduire en mer. C'est en cela que consiste particulié-

rement la ſcience des Navigateurs; ils doivent ſavoir le Pilotage & la Manœuvre, qui ſont l'objet de deux emplois très-différents.

Le *Pilotage* dont il s'agit uniquement dans cet Ouvrage, nous apprend à connoître toutes les particularités de la route du Vaiſſeau, & nous met non-ſeulement en état de déterminer en quel endroit de la mer nous nous trouvons dans chaque inſtant de notre navigation : mais auſſi de marquer la direction préciſe que nous devons ſuivre, pour aller aborder au Port où nous nous propoſons de nous rendre. On diſtingue ordinairement deux ſortes de Navigations; l'une eſt appellée *Hauturiere*, lorſqu'on avance en pleine mer, ou qu'on traverſe l'Océan : on la nomme ainſi, parce que le Pilote n'étant plus dirigé par la vue des côtes, eſt obligé d'obſerver les Aſtres, & de prendre *hauteur*, comme nous aurons ſoin de l'expliquer. L'autre eſt le *Cabotage*, qui conſiſte à aller de cap en cap ou le long des côtes, ſans perdre ordinairement la terre de vue.

Nous avons donné un Ouvrage à part ſur la *Manœuvre*, qui eſt l'art de donner au Vaiſſeau, par le moyen du vent & des voiles, tous les mouvements néceſſaires. Les regles du Pilotage preſcrivent la route qu'on doit prendre; mais il faut ſe conformer aux regles de la Manœuvre, & orienter les voiles, ou les diſpoſer d'une maniere convenable, pour obliger le Vaiſſeau d'embraſſer effectivement la route qu'on veut ſuivre, & pour le faire *ſingler* ou marcher avec vîteſſe.

Le Pilotage, de même que toutes les autres parties de la Marine, empruntent pluſieurs termes & diverſes connoiſſances de la Géométrie. Nous les indiquerons ici d'une maniere ſuccinte, en évitant ſouvent, pour nous rendre plus intelligible, la méthode abſtraite & rigoureuſe dont fait uſage cette derniere ſcience, qui a pour objet la figure & la meſure des corps.



CHAPITRE PREMIER.

Du Cercle & de ſa diviſion en degrés.

(Voyez Fig. 1.)

1. COMME nous ne nous propoſons de donner ici que les notions de Géométrie, qui ſont les plus communes, & qui ont rapport à la Pratique du Pilotage, il eſt à propos que le Lecteur ait à la main une regle & un compas, & qu'il exécute la plupart des Opérations que nous indiquerons. Il s'exercera, à meſure qu'il avancera dans ſa lecture, à former des figures plus grandes que celles que nous avons tracées dans nos Planches. Non-ſeulement il réuſſira par ce moyen à ſe rendre plus familieres des idées qu'il doit avoir ſouvent préſentes; il acquerra auſſi une plus grande facilité à manier la regle & le compas, ce qui lui ſera avantageux dans une infinité de rencontres.

2. Tous les Lecteurs ſavent qu'un Cercle eſt une figure plane parfaitement ronde. On appelle le *Centre* du Cercle, Fig. 1.
le point qui eſt exactement au milieu. On a marqué ce point dans la *Figure premiere* par la lettre *C*.

3. La ligne courbe qui environne le cercle, & qu'on a marquée par les lettres *A B D E*, eſt appellée *Circonférence* : on dit dans ce même ſens *la circonférence de la Terre*, *la circonférence des Cieux*.

4. Les lignes droites qui traverſent un cercle en paſſant exactement par ſon milieu ou par ſon centre, s'appellent *des Diametres*. La ligne *B E* en eſt un, & on peut en tirer une infinité d'autres, qui ſeront tous égaux entr'eux; puiſque le cercle eſt cenſé parfaitement rond.

5. La moitié du diametre compriſe entre le centre & la circonférence, s'appelle *Demi-diametre* ou *Rayon*. Ainſi les lignes qui ſont ici marquées par *CA*, *CE*, *CB*, &c. ſont des rayons ou demi-diametres; & il eſt évident qu'ils

ſont auſſi tous parfaitement égaux entr'eux.

6. Une portion comme *A E* de la circonférence d'un cercle, s'appelle *un Arc*; & la ligne droite *A E* tirée d'une extrémité de l'arc à l'autre, & qui en marque la largeur, s'appelle *la Corde*.

7. Pour exprimer la grandeur d'un arc, on pourroit dire qu'il eſt le tiers ou le quart, &c. de toute la circonférence. Mais on a imaginé pour cela un autre moyen plus commode & plus général. On ſuppoſe que la circonférence de chaque cercle eſt diviſée en 360 parties égales, qu'on appelle *des Degrés*; & on marque la grandeur des arcs, par le nombre qu'ils contiennent de ces diviſions. Ainſi lorſqu'il s'agit des Cieux, & qu'on dit quelquefois que le Soleil a environ un demi-degré de largeur, on doit entendre que toute la circonférence des Cieux étant partagée en 360 parties égales, le Soleil occupe la moitié d'une de ces parties, & qu'il faudroit par conſéquent 720 Soleils à côté les uns des autres, pour former tout le tour du Ciel. La Terre étant ronde, on conçoit auſſi ſa circonférence diviſée en 360 degrés; & c'eſt la même choſe de tous les autres cercles de quelque grandeur qu'ils ſoient: de ſorte que les degrés n'ont de grandeur déterminée que par rapport aux circonférences auxquelles ils appartiennent. Le Soleil ayant un demi-degré de largeur, nous ne ſavons pas pour cela ſa vraie grandeur ou ſa grandeur abſolue; car il doit être plus ou moins grand, ſelon qu'il eſt plus ou moins éloigné du centre: il occupe la 720[e] partie, mais d'un cercle ou d'une circonférence dont nous ignorons les dimenſions.

8. Le Lecteur voit aſſez qu'on pouvoit ſuppoſer la circonférence des cercles partagée en un plus grand ou en un moindre nombre de dégrés: on a adopté depuis un temps immémorial la diviſion en 360 degrés. La demi-circonférence ſe trouve donc de 180 degrés; le quart ſe trouve de 90; la ſixième partie eſt de 60; la douzieme eſt de 30; la 24[e] eſt de 15, &c.

9. La ſoixantiéme partie d'un degré eſt appellée *Minute*; & la ſoixantieme partie d'une minute eſt appellée *Seconde*.

Au lieu de dire que le Soleil occupe dans le Ciel un demi-degré, on peut donc dire que ſa largeur eſt de 30 minutes. On déſigne ſouvent les degrés par un zéro qu'on met au-deſſus du nombre, & les minutes par une eſpece d'accent ou de virgule. Un arc qui ſeroit la 192e partie de la circonférence du cercle, ou le quart de la 48me partie, ſeroit de 1 degré 52 minutes 30 ſecondes, & on l'écrit ainſi, $1^{\circ}\ 52'\ 30''$ pour en marquer la valeur.

Méthode de diviſer un Cercle en degrés.

(Voyez Fig. 1. & 2.)

10. Pour diviſer un cercle *A O E* en ſes 360 degrés, il faut prendre avec un compas la longueur d'un des rayons comme *C A*. Il faut porter avec le compas cette grandeur ſix fois ſur la circonférence; de *A* en *B*, de *B* en *O*, de *O* en *D*, de *D* en *E*, de *E* en *F*, & de *F* en *A*. Les ſix longueurs du rayon portées de cette ſorte, formeront toujours exactement toute la circonférence, comme nous l'apprennent les Eléments de Géométrie; & chaque longueur du rayon donnera par conſéquent 60 degrés: c'eſt-à-dire, qu'il y aura 60 degrés de *A* en *B*, de *B* en *O*, &c. Fig. 1.

11. Cette premiere opération étant faite, il ne reſtera plus qu'à ſubdiviſer chaque arc. Partageant l'arc *A B* en deux parties égales par le point *G*, les arcs *A G* & *B G* ſeront chacun de 30 degrés; & ſi l'on partage encore ces derniers arcs par la moitié, on aura des arcs *A H*, *H G*, &c. de 15 degrés. Enfin après avoir diviſé les 15 degrés en trois parties pour avoir des arcs de 5 degrés, il ne reſtera plus qu'à diviſer ces derniers arcs en 5 parties égales, pour avoir de petits intervalles qui ſeront chacun d'un degré. On agira de la même maniere pour tous les autres arcs *B O* & *O D*, &c, & la circonférence entiere ſe trouvera de cette ſorte partagée en 360 parties égales, ou en 360 degrés.

12. Si le cercle eſt plus petit, ſes degrés ſeront auſſi moindres. Nous avons tracé au-dedans du grand cercle *A O E*

un autre *a b o d e f* qui est plus petit. Mais la longueur du rayon *C a* de ce dernier donnera également 60 degrés, lorsqu'elle sera portée sur sa circonférence de *a* en *b*, de *b* en *o*, &c; car on pourra toujours la porter exactement six fois.

13. Il est encore clair que, lorsque les cercles ont un même centre, les degrés des uns doivent répondre exactement aux degrés des autres : c'est-à-dire que, si les lignes *CA*, *CG* sont droites, & qu'il y ait 30 degrés ou la douzieme partie de la circonférence du grand cercle depuis *A* jusqu'en *G*, il y aura aussi 30 degrés (des degrés du petit cercle *a b d f*) entre les mêmes lignes droites *CA*, *CG* depuis *a* jusqu'en g.

14. Il suit de-là qu'on peut diviser fort aisément un cercle en degrés par le moyen d'un autre cercle qui est déja divisé : il suffit pour cela que les deux cercles ayent précisément le même centre. C'est par ce moyen qui est si simple, qu'on réussit à partager en degrés la circonférence même du Ciel, & qu'on mesure les intervalles célestes. Si, par exemple, l'instrument qui est représenté dans la *Fig.* 2. & qui n'est autre chose qu'un cercle *A E B D* divisé en 360 degrés, est suspendu par la boucle *A*, & que la ligne *AB* se trouve exactement à plomb, il n'y aura qu'à diriger ou tourner la regle mobile *GF* vers le Soleil *S*, pour avoir depuis *A* jusqu'en *F* sur la circonférence de l'instrument, le nombre de degrés dont l'astre est éloigné du point *Z* le plus haut du Ciel.

Fig. 2.

15. Si la regle mobile *G F* étant dirigée vers le Soleil, se trouve située exactement sur *B A*, ce sera une marque que le Soleil répond exactement sur la tête de l'Observateur. Mais si l'on trouve 20 degrés depuis *A* jusqu'en *F* sur l'instrument, il doit y avoir aussi 20 degrés dans le Ciel depuis *Z* jusqu'en *S*. Car l'arc *Z S* n'est pas plus grand, par rapport à toute la circonférence du Ciel, que l'est l'arc *A F* par rapport à celle de l'instrument. Cette opération suppose que nous soyons placés exactement au centre du Ciel; mais comme la Terre est extrêmement petite en comparaison de la vaste étendue des Cieux, nous pouvons nous supposer au milieu ou au centre sans erreur sensible.

CHAPITRE II.

Des différentes ſituations que peuvent avoir deux lignes droites l'une par rapport à l'autre.

(Voyez Figure 3.)

16. ON APPELLE *un Angle* l'ouverture que forment deux lignes qui ſe coupent dans un point. Ces deux lignes comme celles qui ſont marquées dans la *Figure* 3 par *A B* & *C B*, ſont les deux côtés de l'angle, & le point *B* en eſt la pointe ou le ſommet. On marque quelquefois l'angle par une ſeule lettre, qu'on met à la pointe ; mais quand on en emploie trois, on prononce toujours celle de la pointe la ſeconde. Ainſi l'angle que nous avons ſous les yeux, doit être indiqué par *A B C*, & non pas par *B A C*. Fig. 3.

17. La grandeur d'un angle ne dépend pas de la longueur de ſes côtés, mais ſeulement de la ſituation ou de l'inclinaiſon de l'un par rapport à l'autre. Plus les lignes droites qui forment l'angle ſont ouvertes, plus l'angle eſt grand ; & ſa meſure en degrés ſe prend ſur un arc de cercle compris entre les deux côtés, & décrit de la pointe *B* comme centre. Il n'importe donc qu'on prolonge infiniment les côtés *B A* & *B C*, ou qu'on les raccourciſſe, l'angle ſera toujours du même nombre de degrés ; puiſque, comme on l'a vû (13), les arcs *A C* & *K H* qui ont leur centre *B* dans le même point, & qui ſont compris entre les lignes droites *B A* & *B C*, ſont de pareilles portions de la circonférence entiere, qui vaut auſſi bien 360 degrés dans les petits cercles que dans les grands.



Méthode de mesurer les Angles sur le papier.

(Voyez Fig. 3. & 4.)

18. Il y a plusieurs manieres de mesurer un angle, ou de trouver sa grandeur en degrés, qui ont rapport à la méthode dont nous avons parlé ci-devant, de diviser un cercle en degrés. Proposons-nous de mesurer l'angle *A B C* de la *Figure* 3. Après avoir, du point *B* comme centre, décrit avec un compas l'arc *CD*, il n'y a, sans changer l'ouverture du compas qui marque la longueur du rayon *B C*, qu'à la porter sur l'arc depuis *C* jusqu'en *D*. Il ne s'agira plus ensuite que de chercher combien il y a de degrés entre les deux côtés de l'angle, à proportion des 60 qu'on vient de trouver. On divisera les 60 par la moitié en *E*, & chaque moitié encore par la moitié en *F* & en *G*. On aura de cette sorte les points de 15 degrés & de 45. Enfin divisant en trois l'espace *E G* qui est compris entre 30 degrés & 45, on aura les points de 35 & de 40 degrés, & on verra que l'angle est de ce dernier nombre de degrés.

Fig. 3. & 4.

19. Le plus souvent il faudra pousser les divisions plus loin; il faudra partager les petits espaces de cinq degrés en cinq parties égales. On sera obligé aussi, lorsque l'angle sera trop grand, de doubler ou de tripler la grandeur de 60 degrés pour avoir celle de 120 ou de 180.

Fig. 4. 20. S'il s'agit, par exemple, de l'angle *ABC* de la *Figure* 4: après avoir décrit l'arc de cercle *CDE*, & porté la grandeur du rayon depuis *C* jusqu'en *D* pour avoir le point *D* de 60 degrés, il faudra la porter encore de *D* en *E*, pour avoir en *E* le point de 120 degrés; parce que l'angle qu'on se propose de mesurer, a plus de 60 degrés. On divisera ensuite l'arc *D E* par la moitié au point *F*, ce qui donnera le point de 90 degrés; & afin de faire tomber les divisions dans l'endroit de l'arc où passe le côté *A B* de l'angle, on cherchera le point *G* de 75 degrés, & on divisera en trois parties égales les 15 degrés qu'il y a depuis le point *D* jusqu'au point *G*; ce qui donnera 65 degrés en *H*, & 70 de-

grés en I, & enfin partageant le petit intervalle IG en cinq parties égales, on reconnoîtra que l'angle CBA eſt d'environ 72 degrés. Au ſurplus, nous le répétons encore, il n'importe de quelle ouverture de compas, on décrive l'arc; parce que, ſi le cercle eſt plus grand, les degrés ſeront auſſi plus grands dans le même rapport; & l'angle ſe trouvera par conſéquent toujours de la même grandeur. Cependant plus le cercle ſera grand, plus il ſera aiſé d'éviter les erreurs dans les meſures.

Autres Méthodes de meſurer les Angles ſur le papier.

(Voyez Fig. 5.)

21. On trouve toujours dans les étuis de Mathématiques, un inſtrument nommé *Rapporteur* dont on ſe ſert pour meſurer les angles avec beaucoup plus de facilité. Ce Rapporteur eſt un demi-cercle diviſé en ſes 180 degrés, & tracé ſur du cuivre ou ſur de la corne. On applique le centre du Rapporteur à la pointe de l'angle, & il ne reſte plus qu'à voir combien il y a de degrés compris entre les deux côtés de l'angle. Cet inſtrument qu'on voit repréſenté dans la *Figure 5*, & qu'on peut faire avec un ſimple morceau de parchemin, ſert non-ſeulement à meſurer les angles, mais à en former qui ayent préciſément le nombre de degrés qu'on veut leur donner. C'eſt par ſon moyen qu'on a fait de 48 degrés l'angle ACB. Fig. 5.

22. On peut auſſi ſe ſervir de tout cercle déja diviſé en degrés, pour meſurer les angles. Suppoſé que le cercle de la *Fig.* 1 ſoit entiérement gradué ou partagé en degrés, il nous fournira aiſément, par exemple. la meſure de l'angle de la *Fig.* 3. On décrira entre les côtés de cet angle l'arc CA préciſément du même rayon ou avec la même ouverture de compas qu'a été décrit le cercle qui eſt diviſé en degrés; & il ſuffira enſuite, en changeant l'ouverture du compas, de prendre la largeur ou la corde de l'arc AC qui meſure l'angle, & la tranſporter ſur le cercle diviſé, pour voir à combien de degrés elle répond. Si l'on fait l'eſſai de cette pratique, on trouvera, tout comme par l'autre Méthode, que l'angle de la *Fig.* 3 eſt de 40 degrés, & que celui de la *Fig.* 4 eſt de 72.

Fig. 1. Fig. 3.

23. Au lieu d'avoir un cercle divisé en degrés, on peut se contenter d'avoir une ligne droite sur laquelle se trouvent marquées toutes les longueurs des cordes prises dans un cercle d'un certain rayon. Cette ligne qu'on grave souvent sur des regles de buis, est appellée *Echelle des cordes*, & les Pilotes en sont ordinairement munis. Voyez-en une *Fig. 6*, qui a été faite d'après le cercle divisé de la *Fig.* 1, en transportant successivement sur cette ligne les largeurs, ou les cordes des arcs de 5 degrés, de 10, de 15, &c. mesurées sur ce cercle.

24. Il est clair qu'une échelle ainsi construite doit absolument tenir lieu d'un cercle quant à la division de ses degrés, & doit servir à mesurer toutes sortes d'angles. On n'a pour cela qu'à décrire entre les
Fig. 3. deux côtés de l'angle proposé, un arc *A C* (*Fig.* 3 *&* 4.) dont le rayon
& 4. *B C* soit exactement égal à la corde *RL* de 60 degrés, prise sur l'échelle; parce que cette corde indique la longueur du rayon du cercle qui a servi à la construction de l'échelle. L'arc *A C* étant décrit, il ne reste plus qu'à prendre sa largeur ou sa corde *AC* en ouvrant ou en fermant le compas, & on la transportera ensuite sur l'échelle, en commençant au point *R*, pour voir à combien de degrés elle répond. Cette corde s'étend, pour l'angle de la *Fig.* 3, depuis *R* jusqu'en *M*, ce qui montre que cet angle est de 40 degrés.

Des diverses especes d'Angles formés par des lignes droites.

(Voyez Fig. 3, 4, 7 & 8.)

25. Les angles que nous venons de montrer à mesurer, prennent différents noms, selon qu'ils sont plus ou moins grands, ou plus ou moins ouverts. On en distingue de trois sortes; l'*Aigu*, l'*Obtus* & le *Droit*. Les angles que nous
Fig. 3. avons mis sous les yeux des Lecteurs dans les *Fig.* 3 *&* 4,
& 4. sont aigus, parce que les lignes qui les forment, sont inclinées l'une vers l'autre, ou qu'elles forment une ouverture plus petite que le quart du cercle. Il y a de cette sorte une infinité d'angles aigus; il y en a de 10 degrés, de 15, de 20, &c. Il suffit pour qu'ils soient aigus, qu'ils n'aient pas tout-à-fait 90 degrés, ou le quart du cercle pour leur mesure.

Fig. 8. 26. Lorsque les deux lignes droites *N O* & *P O* (*Fig.* 8.) qui forment l'angle, sont inclinées en dehors l'une par rapport à l'autre, ou lorsque l'arc *NP* qui mesure leur ouverture, est plus grand que le quart d'un cercle, l'angle est

appellé *Obtus*. Il y en a auſſi une infinité, qui ſont ou de 100 degrés ou de 110, &c.

27. Enfin lorſque les deux lignes ne ſont inclinées l'une par rapport à l'autre, ni en dehors ni en dedans, & que l'angle a pour ſa meſure préciſément 90 degrés, ou le quart du cercle, l'angle eſt appellé *Droit*, (Voyez la *Figure* 7.) Fig. 7. Ainſi cet angle tient le milieu entre l'angle aigu & l'angle obtus. Il eſt clair auſſi que tous les angles droits ſont exactement de la même grandeur. Si on les ferme un peu, ils deviennent aigus; & pour peu au contraire qu'on les ouvre, ils deviennent obtus.

28. Le *complément* d'un angle eſt ſa différence avec l'angle droit. Si un angle eſt de 30 degrés ſon complément ſera de 60; ſi un angle eſt de 40 deg. 10 min. ſon complément ſera de 49 deg. 50. min. s'il eſt de 104 deg. 25 min. ſon complément ſera de 14 deg. 25 min.

Des divers noms que prennent les lignes ſelon les différents angles qu'elles forment.

(Voyez les Fig. 9, 10 & 11.)

29. Les lignes droites qui ſe coupent en faiſant des angles droits, s'appellent des lignes *perpendiculaires*. Telles ſont les lignes *AB* & *DE*, (*Fig.* 10.) : Divers Artiſans les Fig. 10. appellent des lignes à l'équerre, ou *le trait quarré*.

30. Les lignes qui forment des angles aigus ou obtus, ſont appellées *obliques*. On dit en termes de Géométrie, qu'elles ſe coupent obliquement, au lieu de dire qu'elles ſe coupent de biais. Les lignes marquées dans la *Fig.* 9, ſont Fig. 9. obliques, & elles font quatre angles en ſe coupant en *K*, dont il y en a deux aigus & deux obtus. Il n'eſt pas néceſſaire pour que les deux lignes ſoient obliques, qu'elles ſe coupent effectivement, il ſuffit qu'elles le faſſent lorſqu'on les prolonge.

31. Enfin il peut arriver que les lignes droites ſoient tellement ſituées l'une par rapport à l'autre, qu'elles ne puiſſent pas faire d'angles; & qu'étant prolongées, elles ne ſe

rencontrent point, parce qu'elles ſont par-tout également éloignées l'une de l'autre. Dans ce cas on les appelle *paral-*
Fig. 11. *leles*, comme les lignes *LM* & *NO*, (*Fig.* 11).

Méthodes de tirer des Lignes paralleles.

(Voyez les Fig. 11 & 12.)

32. Il n'eſt pas difficile de tracer des lignes obliques; car il n'y a preſque qu'à les tirer au hazard. Mais il faut néceſſairement une Méthode pour pouvoir tirer des lignes paralleles & des perpendiculaires. Pour commencer par les paralleles, nous ſuppoſerons que la ligne droite *NO* (*Fig.* 11.)
Fig. 11. eſt déja tracée, mais que la ligne *LM* ne le ſoit pas encore, & qu'il s'agiſſe de la tirer parallélement à l'autre, en la faiſant paſſer par le point *M*. De ce point propoſé que je prends pour centre, je décris avec un compas l'arc *P Q Q* qui touche exactement la ligne *NO* ſans la couper. Je prends enſuite à volonté un point *N* ſur la ligne *NO*; je décris de ce point comme centre, avec la même ouverture de compas, l'arc *RLS*; & il ne me reſte plus après cela qu'à conduire la ligne droite *LM*, de maniere qu'elle touche ce dernier arc, & qu'elle paſſe par le point propoſé *M*, pour qu'elle ſoit parfaitement parallele à *NO*. On voit aſſez qu'on ne décrit ainſi deux petits arcs en ſens contraires, qu'afin de ne ſe pas tromper ſur la diſtance des lignes paralleles, ou de ne pas meſurer cette diſtance de biais ou obliquement.

33. Lorſque le point *M* par lequel on doit tirer la ligne parallele eſt
Fig. 12. trop éloigné de la premiere ligne (comme dans la *Fig.* 12.) la Méthode précédente ſeroit difficile à mettre en exécution; mais alors on peut ſe ſervir de la pratique ſuivante. On conduira par le point *M*, la ligne droite *MN* qui coupera en quelque point *N* la ligne propoſée *NO* à laquelle il s'agit de tirer la parallele. On meſurera l'angle *QNP*, ou bien on ſe contentera de tracer l'arc *QP* qui le meſure. On prendra enſuite le point *M* pour centre; on décrira l'arc *RS* égal à l'arc *PQ*, en rendant ſa corde ou ſa largeur égale à la corde ou à la largeur du premier. Tirant enfin la ligne droite *MST* par les points *M* & *S*, elle ſera parallele à *NO*: car on voit bien qu'elle ſera également inclinée ou également ſituée, mais vers des côtés contraires par rapport à la ligne oblique *MN*; ce qui ne peut avoir lieu que lorſque les deux lignes droites *NO* & *MT* ſont exactement paralleles.

34. La pratique précédente peut ſervir également ſur le papier & ſur le terrein. On peut auſſi ſur le terrein avoir recours à la Bouſſole qui marque, comme nous l'expliquerons dans la ſuite, la ſituation des lignes ou leur direction par rapport aux régions du Monde. Après avoir examiné avec cet inſtrument la ſituation de la premiere ligne; il n'y a, ſi l'on veut en tirer une autre qui y ſoit parallele à pluſieurs centaines de toiſes de diſtance, qu'à tracer une ligne qui ait exactement la même direction.

Méthodes de tirer des Lignes perpendiculaires.

(Voyez les Fig. 10, 7, 13 & 14.)

35. Il n'eſt guere plus difficile de tirer des lignes perpendiculaires; c'eſt-à-dire, de tirer des lignes qui ſoient exactement à l'équerre, ou qui faſſent des angles droits. Suppoſons que la ligne *DE* (*Fig.* 10.) ne ſoit pas encore Fig. 10.
tracée, & qu'il s'agiſſe de conduire par le point *C* une perpendiculaire à *AB*. Je prends avec un compas de part & d'autre du point *C* ſur la ligne *AB*, deux diſtances parfaitement égales *CA* & *CB*. J'ouvre enſuite mon compas, il n'importe de combien; & prenant les points *A* & *B* pour centres, je décris, ſans changer l'ouverture, deux petits arcs *RS* & *XT* qui ſe croiſent en *D*, & il ne me reſte plus qu'à faire paſſer par l'interſection de ces petits arcs & par le point propoſé *C*, la ligne *DCE*; elle ſera perpendiculaire à la ligne *AB*, comme on le ſouhaitoit. Il eſt évident qu'elle ſera perpendiculaire: car le point *D* étant également éloigné du point *A* que du point *B*, c'eſt une marque que la ligne *DE* ne panche ni d'un côté ni de l'autre par rapport à *AB*.

36. La Méthode précédente n'eſt bonne que lorſqu'on veut tirer une perpendiculaire par un point placé vers le milieu d'une ligne donnée: mais voici une Méthode plus générale, dont on peut ſe contenter dans la pratique. Propoſons-nous la ligne *RT* (*Fig.* 7.) & ſuppoſons qu'il s'agiſſe Fig. 7.
par ſon extrémité *R* de lui élever la perpendiculaire *RQ*. La queſtion ſe réduit à faire un angle parfaitement droit *QRT*, ou un angle qui ait pour ſa meſure préciſément le quart du cercle. Du point *R* comme centre, je décris l'arc *TVQ*: je porte la longueur du rayon *RT*, ou l'ouverture

du compas depuis *T* jusqu'en *V*, ce qui me donne un arc de 60 degrés. Je prends après cela la moitié *TX* de cet arc ; & la portant depuis *V* jusqu'en Q, il est évident que l'arc *T* Q doit se trouver de 90 degrés, ou doit être un quart de cercle. Ainsi on n'aura qu'à tirer la ligne *R* Q par le point Q, & elle sera perpendiculaire à *R T*.

37. Quelquefois il s'agit de tirer une perpendiculaire à une ligne donnée, & de la faire passer par un point situé hors de cette ligne. On veut, par exemple, du point donné *C*
Fig. 13. (*Fig.* 13.) abaisser une perpendiculaire sur la ligne proposée *A B*. Dans ce cas il n'y a du point *C* comme centre, qu'à décrire un arc de cercle *E H F* qui coupe la ligne proposée *AB* en deux points *E* & *F*. On prendra ces deux derniers points pour centres, & d'une ouverture de compas qui doit être la même, mais qui peut être différente de la premiere, on décrira deux petits arcs qui se coupent mutuellement en *G*. Il ne restera plus après cela qu'à conduire la ligne droite *C G* par le point *C*, & par l'intersection *G* des deux petits arcs, & cette ligne droite sera perpendiculaire à la premiere *A B*.

38. Si la place ne permet pas de décrire des arcs vers *G*, on se contentera de prendre sur *AB* le point *I*, qui est au milieu entre les points *E* & *F*, ou le point *H* au milieu de l'arc *E H F*, & de tirer *C I* ou *C H*.

Fig. 14. 39. Si le point *C* (*Fig.* 14.) par lequel on doit tirer la perpendiculaire répond vers l'extrémité *A* de la ligne *A B*, & si l'on n'a pas assez de place pour prolonger cette ligne, on tirera par le point *C* une ligne oblique *CB* qui fera avec la ligne proposée *A B*, il n'importe quel angle aigu. On prendra ensuite le milieu *E* de cette ligne oblique *C B*, & on en fera le centre du demi-cercle *C D B*, qui étant décrit indiquera en *D*, en coupant la ligne *A B*, le point par lequel il faudra conduire la perpendiculaire *C D*.



CHAPITRE III.

Des Triangles.

(Voyez les Figures 15, 16, 17 & 18.)

40. LE *TRIANGLE* eſt une figure bornée par trois lignes, comme *ABC* (*Fig.* 15.) Il y en a de pluſieurs eſpeces; nous nous contenterons de parler ici, & en peu de mots, de ceux qui ſont formés de lignes droites, & qu'on nomme *Rectilignes*.

41. Le triangle *ABC* (*Fig.* 15.) eſt *rectangle*, parce qu'il a un angle droit en *B*; on nomme *hypothénuſe* le plus grand côté *AC*, qui eſt oppoſé à cet angle. Fig. 15.

42. Lorſque dans un triangle il n'y a aucun angle droit, le triangle eſt *obliquangle*, ſoit qu'il n'ait que des angles aigus, ou qu'il ait un angle obtus. On l'appelle obliquangle, parce qu'il n'eſt formé que par des lignes obliques.

43. Si le triangle eſt parfaitement régulier, s'il a ſes trois côtés égaux, comme le triangle de la *Fig.* 16, on l'appelle *équilatéral*, & il eſt toujours obliquangle: ſes trois angles ſont aigus & égaux. Si le triangle n'a que deux côtés égaux, comme celui de la *Fig.* 17, on le nomme *iſocele*. Un triangle rectangle ſe trouve iſocele, lorſque ſes deux petits côtés ſont égaux entr'eux. Si dans la *Fig.* 15 le côté *BC* étoit égal à *BA*, le triangle *ABC* ſeroit iſocele-rectangle. Il eſt rectangle à cauſe de l'angle droit *B*, & il ſeroit iſocele à cauſe de l'égalité entre *AB* & *BC*. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 15.

44. Une propriété très-remarquable, & qu'il importe aux Pilotes de ſçavoir, c'eſt que *dans tous les triangles formés par des lignes droites, ſoit que ces triangles ſoient rectangles ou obliquangles, les trois angles joints enſemble valent toujours 180 degrés*. C'eſt-à-dire, que ſi du même rayon ou de la même ouverture de compas, on décrit dans le triangle de la *Fig.* 18, trois arcs de cercles dans les trois angles Fig. 18.

D, *E* & *F*, pour leur servir de mesures, ces trois arcs joints ensemble, feront toujours une demi-circonférence de cercle, & vaudront par conséquent 180 degrés. Ce seroit la même chose si l'on ouvroit ou si l'on fermoit les deux angles *D* & *F* : ils deviendroient plus grands ou plus petits; les deux lignes *DE* & *FE*, au lieu de s'aller rencontrer en *E*, se rencontreroient plus loin ou plus près; mais l'angle *E* qui, comme nous l'avons dit, ne reçoit pas sa grandeur de celle de ses côtés, deviendroit plus aigu ou plus obtus, plus petit ou plus grand : & de cette sorte les trois angles vaudroient toujours 180 degrés ou la moitié du cercle.

45. Pour entrevoir la raison de cette propriété, on n'a qu'à conduire par le point *E*, la ligne *GH* parallélement à *DF*. Les deux lignes *GH* & *DF* étant paralleles, la ligne *DE* sera toujours inclinée ou située de la même maniere par rapport à l'une que par rapport à l'autre; & on pourra mettre l'angle *D* à la place de l'angle *I*, qui lui sera parfaitement égal. On pourra par la même raison mettre l'angle *F* à la place de l'angle *K*. Or on voit clairement par cet échange, que les trois angles du triangle forment un demi-cercle ou 180 degrés.

46. Il suit de-là qu'aussi-tôt qu'on connoît deux angles d'un triangle, on connoît toujours le troisieme; puisqu'il est le reste à la moitié du cercle. Si l'un des angles est, par exemple, de 60 degrés, & l'autre de 80, il faut nécessairement que le troisieme soit de 40, afin que les trois ensemble fassent 180 degrés. Lorsque le triangle est rectangle, l'angle droit vaut lui seul 90 degrés; ainsi il faut que les deux autres angles qui sont aigus, fassent ensemble l'autre moitié ou les autres 90 degrés, & qu'ils soient par conséquent (28) le complément l'un de l'autre. Supposé que l'un soit de 30 degrés, l'autre sera de 60. Si l'un est de 41 deg. 15 min. l'autre sera de 48 deg. 45 min.

47. On peut remarquer encore comme une propriété utile pour nous diriger dans nos calculs, que *le plus grand angle d'un triangle est toujours opposé au plus grand côté, & le plus petit angle au plus petit côté*, de sorte que *quand deux*

côtés

côtés ſont égaux, les deux angles oppoſés ſont auſſi égaux.

48. Les figures formées de quatre côtés ſe nomment *Quadrilateres*, & on les nomme *Parallélogrammes*, lorſque leurs côtés oppoſés ſont paralleles entr'eux. La *Fig.* 21 nous préſente un de ces parallélogrammes; le côté *A D* eſt parallele à *B C*, & *A B* l'eſt à *D C*. La *Fig.* 22 eſt bien encore un parallélogramme; mais on lui donne en particulier le nom de *Rectangle*, parce que tous ſes angles ſont droits. Fig. 21. Fig. 22.

49. Les lignes droites comme *A C* qui coupent ces figures par la moitié en ſe rendant d'un angle à ſon oppoſé, ſont des diametres; mais on les nomme plus ordinairement *Diagonales* pour les diſtinguer des diametres du cercle.

Des Triangles égaux & des Triangles ſemblables.

(Voyez les Fig. 18, 19, 20, 21 & 22.)

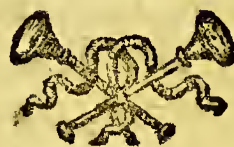
50. Il ſuffit de rendre certaines parties d'un triangle égales à celles d'un autre, pour que les deux triangles ſe trouvent parfaitement égaux. Si l'on fait, par exemple, l'angle *d* du triangle *d f e* (*Fig.* 19.) égal à l'angle *D* du triangle *D F E* de la *Fig.* 18, & qu'on rende outre cela les deux côtés *d e* & *d f* égaux aux deux côtés *D E* & *D F*, les deux triangles ſeront parfaitement égaux. Il ſuffit, pour s'en convaincre, d'appliquer par la penſée le ſecond triangle ſur le premier, en faiſant répondre l'angle *d* à l'angle *D*, & les côtés *d e* & *d f* aux côtés *D E* & *D F* qui leur ſont égaux. Fig. 19. Fig. 18.

51. Un autre moyen de rendre les deux triangles égaux, c'eſt de faire les trois côtés de l'un égaux aux trois côtés de l'autre. La condition de l'égalité des côtés ne ſuffit pas pour rendre égales les figures qui ont plus de trois côtés, parce que ces lignes, quoiqu'égales dans les deux figures, peuvent faire des angles différents, ou avoir des ſituations différentes les unes par rapport aux autres. C'eſt ce qu'on voit, par exemple, en jettant les yeux ſur les deux *Fig.* 21 & 22. Les côtés de l'une ſont exactement égaux à ceux de l'autre; & cependant il s'en faut beaucoup que les deux figures

ne soient égales. Pour réussir à mettre une parfaite égalité entre ces figures, il faut les partager en triangles, & faire chaque triangle égal à son correspondant.

52. Deux triangles sont *semblables*, lorsque ce sont simplement les angles de l'un qui sont égaux à ceux de l'autre.
Fig. 20. Le petit triangle *d e f* (*Fig.* 20.) est semblable au grand
Fig. 18. *D E F* (*Fig.* 18.) il s'en faut beaucoup, comme on le voit, qu'il ne lui soit égal; mais il lui est semblable, parce qu'il le représente en petit, & que si dans le grand triangle le côté *F E* est les deux tiers du côté *D F*, & les trois quarts du côté *D E*, ce sera la même chose dans le petit triangle : le côté *f e* sera aussi les deux tiers du côté *d f*, & les trois quarts de *d e*. En un mot le petit triangle est la représentation du grand, & c'est ce qui arrive toutes les fois que les angles de l'un sont égaux à ceux de l'autre. Pour concevoir l'égalité des angles dont nous parlons, il faut toujours faire attention à ce que nous avons déja dit (17), que la grandeur des angles ne dépend pas de la grandeur de leurs côtés.

53. La propriété générale des triangles semblables, c'est qu'en comparant deux de ces sortes de triangles, le plus petit côté du premier est au plus petit côté du second, dans le même rapport que le plus grand côté du premier est au plus grand côté du second, & que le moyen côté du premier est au moyen côté du second; en un mot les dimensions de ces triangles qui sont semblablement placées, sont toutes dans un même rapport, ce qui est une conséquence nécessaire de la ressemblance de ces triangles. Mais pour rendre ceci plus clair, nous allons expliquer ce qu'on entend par être dans un même rapport.



CHAPITRE IV.

Des Rapports ou Raisons, des Proportions, & de la Regle de Trois; avec la maniere d'en abréger la pratique par le moyen des Logarithmes.

54. ON APPELLE *Rapport* ou *Raison* de deux nombres, de deux lignes, & en général de deux quantités, la comparaison qu'on en fait en examinant combien de fois l'une contient l'autre.

55. Les deux quantités que l'on compare s'appellent les termes de la raison ou du rapport. Et c'est dans le nombre qui exprime combien de fois un terme contient l'autre, que consiste leur rapport. Par exemple, en comparant 12 à 4, on voit que 12 contient 4 trois fois, ou que 4 est contenu 3 fois dans 12. C'est donc dans le nombre 3, qui exprime le résultat de la comparaison, que consiste le rapport de 12 à 4 : de sorte qu'on voit aisément que ce résultat se trouve par la division des termes qu'on compare : c'est pourquoi on dit que *la raison de deux termes consiste dans leur quotient.*

56. Par la même raison, il suit que deux rapports sont égaux, ou que deux termes sont en même raison ou ont un même rapport que deux autres, quand deux termes comparés entre eux donnent le même quotient que deux autres termes comparés entre eux de la même maniere. Par exemple, la raison de 12 à 4 est égale à la raison de 6 à 2, parce que chacune a pour quotient 3. On dira donc que 12 & 4 sont en même raison, & ont le même rapport que 6 & 2.

57. Pour avoir le quotient d'une raison on peut diviser le plus grand terme par le plus petit, ou le plus petit par le plus grand, cela est indifférent; mais quand il s'agit de sçavoir si deux raisons sont égales, il faut que la division se fasse de la même maniere dans chacune.

58. Pour avoir entre deux termes une même raiſon ou un même rapport qu'entre deux autres termes, il n'eſt pas néceſſaire que le quotient ſoit un nombre entier ou ſans fraction, il ſuffit qu'on ſente l'égalité de ces deux quotients ou des deux fractions qui les repréſentent, pour être aſſuré de l'égalité des rapports. Ainſi la raiſon de 3 à 5 eſt la même que celle de 6 à 10, parce que la fraction $\frac{3}{5}$ a la même valeur que la fraction $\frac{6}{10}$, ou parce que $\frac{5}{3}$ eſt la même choſe que $\frac{10}{6}$.

59. Lorſque deux raiſons ſont égales, leurs quatre termes écrits ou prononcés dans l'ordre ſuivant lequel on a trouvé l'égalité de leurs quotients, forment une *proportion*. Ainſi 3 & 5 étant en même raiſon que 6 & 10, on a une proportion en les écrivant dans cet ordre 3, 5, 6, 10 : mais pour faire connoître qu'ils ſont réellement en proportion, on eſt convenu qu'on les écriroit ainſi 3 : 5 :: 6 : 10. On a de même 12 : 4 :: 6 : 2, & on l'énonce ainſi 12 eſt à 4 comme 6 eſt à 2 ; ou bien comme 12 eſt à 4, ainſi 6 eſt à 2.

60. Les deux termes du milieu d'une proportion s'appellent *les Moyens* ; le premier & le dernier s'appellent *les Extrêmes*.

61. Une des principales propriétés des proportions, c'eſt que *quand quatre termes ſont écrits en proportion, on peut faire divers changements de place, ſans que ces termes ceſſent d'être en proportion.* La condition eſſentielle eſt que les deux termes qui étoient moyens, reſtent toujours les deux moyens, ou deviennent les deux extrêmes ; & que les deux termes qui étoient extrêmes, reſtent toujours les deux extrêmes, ou deviennent les deux moyens. Ainſi à la proportion 3 : 5 :: 6 : 10, on peut faire les ſept changements ſuivants, 3 : 6 :: 5 : 10.... 10 : 6 :: 5 : 3.... 10 : 5 :: 6 : 3.... 5 : 3 :: 10 : 6.... 5 : 10 :: 3 : 6.... 6 : 3 :: 10 : 5.... 6 : 10 :: 3 : 5 ; le quotient de chaque raiſon ne reſte pas toujours le même qu'il étoit avant le changement, mais il ſe trouve toujours égal dans chaque raiſon d'une même proportion.

62. Une autre propriété fondamentale des proportions,

c'eſt qu'*un terme, quel qu'il ſoit, s'il eſt moyen, il eſt égal au produit des deux extrêmes diviſé par l'autre moyen; & s'il eſt extrême, il eſt égal au produit des deux moyens diviſé par l'autre extrême.* Ainſi dans la proportion 3 : 5 :: 6 : 10, on voit que 5 eſt égal à 3 multiplié par 10 (ce qui fait 30) diviſé par 6. De même 10 eſt égal à 5 multiplié par 6 en diviſant le produit 30 par 3. C'eſt de-là qu'on a tiré la *Regle de Trois*, qu'on appelle auſſi *Regle de Proportion*, parce que ce n'eſt autre choſe que le calcul néceſſaire pour trouver le quatrieme terme d'une proportion dont on connoît les trois premiers. *Il faut* donc, *pour faire une Regle de Trois, multiplier le ſecond terme donné par le troiſieme, & diviſer leur produit par le premier terme, le quotient eſt le quatrieme terme cherché.*

63. Mais comme il arrive ſouvent qu'on eſt obligé d'employer de grands nombres dans la pratique de la Regle de Trois, ce qui la rend pénible & ſujette à des erreurs d'inadvertance, on a inventé un moyen auſſi commode qu'ingénieux de l'abréger extraordinairement, en réduiſant toute multiplication à une ſimple addition de deux nombres, & toute diviſion à une ſimple ſouſtraction de deux nombres. Les nombres qu'on emploie pour cela s'appellent *Logarithmes.* Ce ſont des nombres artificiels calculés exprès pour être mis à la place de ceux qu'il faudroit multiplier ou diviſer. De ſorte que dans cette méthode de calcul, chaque nombre abſolu ou naturel doit avoir un logarithme correſpondant, afin qu'on puiſſe le lui ſubſtituer, en cas que ce nombre doive être multiplié ou diviſé. C'eſt dans cette vue que l'on a calculé d'amples tables, où, vis-à-vis des nombres naturels ou abſolus, qui commencent par 1, 2, 3, 4, &c, on a mis leurs logarithmes. On en trouvera une à la ſuite de ce Traité.

64. Ainſi *toute Regle de Trois ſe fait par logarithmes, en ajoutant enſemble les logarithmes du ſecond & du troiſieme terme, & en retranchant de la ſomme le logarithme du premier terme; le reſte eſt le logarithme du quatrieme terme demandé, & dont il faut aller chercher la valeur en nombres naturels dans la table des logarithmes.*

65. Il faut remarquer dans les logarithmes ce qu'on en appelle la *Caractériſtique*. C'eſt un chiffre à la tête des autres, & qui en eſt ſéparé par un point. Il ſert uniquement à faire connoître de combien de chiffres ou caracteres eſt compoſé le nombre abſolu qui répond au logarithme, parce que ce nombre abſolu eſt d'autant de chiffres plus un, que la caractériſtique contient d'unités. Ainſi un logarithme, dont la caractériſtique eſt 3, répond à un nombre compoſé de quatre chiffres. De même *autant d'unités qu'on ajoute à la caractériſtique ou qu'on en retranche, autant de fois on multiplie ou l'on diviſe le nombre naturel correſpondant par* 10.

CHAPITRE V.

Du calcul des Triangles ou de la Trigonométrie.

66. PRESQUE toutes les opérations du pilotage ſe font, ou par le calcul direct des triangles, ſoit qu'ils ſoient tracés ou imaginés ſur le terrein, ſur le papier ou ſur une carte, ſoit qu'ils ſoient imaginés ſur la ſurface d'un globe, ou dans la concavité d'une ſphere : ou bien ces opérations ſe font par le moyen de tables dreſſées exprès pour repréſenter ces calculs tout faits ; ou enfin ces opérations ſe font par des pratiques manuelles, équivalentes à peu près au calcul direct.

67. Nous employerons ſucceſſivement ces trois différents moyens; mais nous ne ſaurions trop exhorter ceux qui ſe propoſent de pratiquer la Navigation avec la plus grande exactitude, à s'exercer principalement au calcul direct des triangles, lequel eſt infiniment préférable à toutes les autres méthodes, de ſorte qu'il doit être honteux à un Pilote de l'ignorer. C'eſt dans la vue de les engager à prendre l'habitude de ce calcul, que nous en détaillerons ici les procédés les plus ſimples, ſans en faire des démonſtrations rigoureuſes; puiſque les plus habiles Mathématiciens pratiquent tous

les jours ces regles, ſans s'inquiéter de leurs démonſtrations, qu'il leur ſuffit d'avoir bien entendues une fois.

Nous parlerons d'abord du calcul des triangles rectilignes, réſervant au Livre ſuivant à donner les regles de celui des triangles formés ſur un globe.

I.

Principes généraux de Trigonométrie rectiligne.

68. Le triangle ayant trois angles & trois côtés, eſt cenſé composé de ſix parties. Le calcul trigonométrique conſiſte à trouver ou la valeur d'un angle ou celle d'un côté, lorſqu'on connoît déja la valeur de trois parties de ce triangle.

69. Dans les regles ordinaires du calcul trigonométrique, les trois parties connues ſervent à faire une Regle de Trois pour avoir la partie qu'on cherche. Il faut donc que ces quatre parties puiſſent faire une proportion; de ſorte, qu'avant que de faire le calcul, il faut ſavoir, 1°, ſi les trois parties connues peuvent faire une proportion exacte avec celle qu'on cherche : 2°, De quelle maniere il faut arranger ces trois termes connus, pour qu'ils faſſent une proportion avec le quatrieme que l'on cherche.

70. A l'égard de la premiere queſtion, quoiqu'un angle d'un triangle ſoit d'autant plus grand que le côté oppoſé eſt plus grand (47), & qu'ainſi le côté d'un triangle ne peut augmenter, (les autres côtés reſtants de même grandeur) que l'angle oppoſé n'augmente auſſi, cependant les angles ne ſont pas proportionnels aux côtés : car on voit ſenſiblement que ſi on diviſe un des angles d'un triangle en pluſieurs parties égales par des lignes droites, le côté oppoſé ſe trouve diviſé en parties inégales.

71. Puiſqu'il n'y a pas de proportion exacte entre les côtés & les angles d'un triangle, la Regle de Trois ne pourroit avoir lieu dans le calcul des triangles, ſi l'on n'avoit ſubſtitué aux arcs qui meſurent les angles, certaines lignes droites pro-

pres à faire une proportion exacte avec les côtés des triangles. Ce sont ces lignes droites connues sous le nom de *Sinus*, *Tangentes*, &c, dont il faut donner ici une notion succinte.

I I.

Explications ou définitions des Sinus, Tangentes & Sécantes.

72. Le *Sinus* d'un arc est une ligne droite abaissée perpendiculairement de l'extrémité de cet arc sur le rayon qui
Fig. 27. se rend à son autre extrémité. Dans la *Fig.* 27, l'arc *D A* a la ligne *D E* pour sinus, ou la ligne *A L* qui lui est égale. On peut remarquer que le sinus marque bien la largeur d'un arc, mais qu'il ne la marque pas comme la corde, à cause de sa situation perpendiculaire à un des rayons, ce qui le rend toujours plus court.

73. Si l'on rend l'arc plus grand, le sinus augmentera jusqu'à un certain terme. L'arc *A d*, par exemple, a *d e* pour sinus; & lorsque l'arc est égal au quart de cercle *A B*, il a alors pour sinus le rayon même *B C*: mais si après cela on augmentoit encore l'arc, si l'on prenoit, par exemple, l'arc *A M*, le sinus deviendroit plus petit; il se réduiroit à *M N*. Ainsi le rayon est le dernier terme de grandeur auquel puissent parvenir les sinus; & c'est pour cela que le rayon prend le nom de *Sinus total*.

74. A mesure que les arcs *A D*, *A d* deviennent plus grands, & que leurs sinus croissent, ceux des arcs de complément deviennent plus petits. L'arc *B D* a *D F* pour sinus, & l'arc *B d* a *d f*. On nomme ces sinus les *Co-Sinus* des arcs *D A* & *d A*; & par la même raison les lignes *D E* & *d e* sont les *Co-Sinus* des arcs *D B* & *d B*.

75. On peut remarquer que *chaque sinus est toujours la moitié de la corde d'un arc double*. Le sinus *D E* est la moitié de *D I*, qui est la corde de l'arc *D A I*, double de *D A*.

76. Outre les sinus, on considere encore deux autres lignes dont chaque arc ou chaque angle peut être accom-

pagné. Si on éleve à l'extrémité du rayon *CA* la perpendiculaire *AG*, & qu'on la termine par la rencontre de l'autre rayon *CD* prolongé juſqu'en *G*, cette ligne *AG* touchera l'arc au point *A*, & on la nomme la *Tangente* de l'arc *AD*, pendant que le rayon *CD* prolongé juſqu'en *G*, ſe nomme la *Sécante* du même arc. Si l'on rend l'arc plus grand, ſi on le fait égal à *Ad*, ſa tangente *Ag* & ſa ſécante *Cg* ſeront auſſi plus grandes; & elles deviendront infinies, ſi on rend l'arc égal au quart de cercle *AB*, ou ſi on le fait de 90 degrés; car la tangente *Ag* & le rayon *CB*, quoique prolongés infiniment, ne ſe rencontreroient pas. Fig. 27.

77. Les arcs de complément *BD* & *Bd* ont auſſi leurs tangentes & ſécantes, & elles vont en diminuant à meſure que ces arcs de complément diminuent. *BH* eſt la tangente de l'arc *BD*, & *CH* en eſt la ſécante; de même que *Bh* eſt la tangente, & *Ch* la ſécante de l'arc *Bd*. En prenant ainſi des arcs de complément toujours plus petits, la tangente à la fin ſe réduit à rien; mais les ſécantes en diminuant ne peuvent pas devenir moindres que le rayon ou le ſinus total *CB*.

78. Un rapport très-remarquable qu'ont les ſinus des arcs & les ſécantes de leur complément, c'eſt que ſi la longueur du ſinus augmente ou diminue un certain nombre de fois par l'augmentation ou la diminution de l'étendue de l'arc, la ſécante de complément recevra un ſemblable changement, mais en ſens contraire. Le ſinus *de* eſt, par exemple, deux fois plus grand que le ſinus *DE*; mais en récompenſe la ſécante *Ch* de complément du premier arc ſera deux fois plus petite que la ſécante *CH* de complément de l'autre. Si nous nous exprimons, comme on le fait en Géométrie, ces lignes ſeront toujours en *raiſon inverſe ou réciproque*. On verra la raiſon de cette propriété, ſi l'on fait attention que le triangle *DCE* eſt toujours ſemblable au triangle *HCB*, quoiqu'ils ſoient ſitués différemment. Or cette conformité eſt cauſe qu'il y a même rapport du ſinus *DE* au rayon *CD*, que du rayon *CB* à la ſécante de complément *CH*. Si le ſinus *DE* eſt donc égal au tiers ou au quart du rayon, la ſécante de complément *CH* ſera triple ou quadruple du rayon; & ſi l'on fait augmenter ou diminuer le ſinus, la ſécante de complément diminuera ou augmentera dans le même rapport.

79. La même choſe arrive aux tangentes qui appartiennent à des arcs qui ſont le complément l'un de l'autre. Si en augmentant l'arc *AD*, on rend ſa tangente *AG* deux ou trois fois plus grande, la tangente *BH* de l'arc de complément *BD* deviendra dans le même temps deux ou trois fois plus petite; parce que le rapport de l'une au rayon, ſera toujours le même que celui du rayon à l'autre.

80. Des perſonnes zélées pour l'avancement des ſciences ſe ſont donné la peine de calculer avec la plus grande exactitude les ſinus, tangentes, ſécantes, &c, qui répondent à tous les degrés & minutes de tous les angles, en ſuppoſant que le rayon du cercle fût exprimé par 10000000000. Pour cela il a ſuffi d'en calculer pour 90 degrés ſeulement, parce que les angles obtus ont les mêmes ſinus, tangentes, &c, que les angles aigus qui ſont leur ſupplément à 180 degrés. Les tables qui contiennent ces calculs ſont connues ſous le nom de *Tables de Sinus*: & pour rendre la pratique du calcul des triangles plus commode, on a mis dans ces tables les logarithmes des ſinus, tangentes, &c, à la place des nombres naturels qui expriment les valeurs abſolues des ſinus & tangentes.

On trouvera à la fin de cet Ouvrage une table de logarithmes de ſinus, tangentes, &c, dont, en examinant un peu la diſpoſition, on trouvera facilement que l'on compte les 45 premiers degrés de haut en bas, & depuis 45 degrés juſqu'à 90 degrés de bas en haut, afin que les compléments ſe trouvent vis-à-vis les uns des autres, ce qui eſt fort commode dans un grand nombre d'occaſions.

III.

Regles pour le calcul des Triangles rectangles.

81. Après avoir trouvé un moyen de ſubſtituer aux arcs qui meſurent les angles des triangles, des droites qui puiſſent être en proportion avec les côtés de ces triangles, on a cherché en quel ordre il falloit placer les termes donnés, afin qu'ils fuſſent réellement en proportion. Voici d'abord ce qu'on a trouvé pour les triangles rectangles, dont le calcul eſt plus abrégé que celui des autres triangles.

82. I. Dans un triangle rectangle quelconque *A B C* (*Fig.* 15.) étant donnés l'hypotenuſe *A C*, & un angle aigu quelconque *C* ou *A*, on trouvera le côté oppoſé à cet angle, par cette proportion.

Comme le rayon ou ſinus total,
A l'hypoténuſe;
Ainſi le ſinus de l'angle donné,
Eſt à ſon côté oppoſé cherché.

83. II. Etant donnés l'hypoténuſe *AC*, & un côté quelconque *AB* ou *BC*, trouver l'angle oppoſé à ce côté.

Comme l'hypoténuſe,
Au côté donné;
Ainſi le ſinus total,
Au ſinus de l'angle oppoſé au côté donné.

84. III. Etant donnés un angle, & un côté quelconque; trouver l'hypoténuſe.

Comme le ſinus de l'angle oppoſé au côté donné,
Eſt à ce côté;
Ainſi le ſinus total,
Eſt à l'hypoténuſe.

85. IV. Etant donnés un angle & un côté, trouver l'autre côté.

Comme le rayon,
Au côté donné;
Ainſi la tangente de l'angle oppoſé au côté cherché,
A ce côté cherché.

86. V. Etant donnés les deux côtés, trouver un des deux angles aigus.

Comme un des côtés donnés,
Eſt au rayon;
Ainſi l'autre côté donné,
Eſt à la tangente de ſon angle oppoſé.

VI. Etant donnés les deux côtés, trouver l'hypoténuſe.

Cette queſtion peut être réſolue en deux manieres; la premiere eſt d'ajouter enſemble les quarrés des côtés donnés, & d'extraire la racine de la ſomme, elle ſera la valeur de l'hypoténuſe; la ſeconde eſt de faire les deux proportions ſuivantes.

Comme un des côtés donnés,
Au rayon;
Ainſi l'autre côté donné,
A la tangente de l'angle qui lui eſt oppoſé.

Par cette proportion, on connoît tous les angles du triangle.

Comme le ſinus d'un des angles aigus,
A ſon côté oppoſé;
Ainſi le ſinus total,
A l'hypoténuſe.

87. VII. Etant donnés l'hypoténuſe & un côté, trouver l'autre côté.

Cette queſtion peut avoir trois ſolutions; la premiere eſt de ſouſtraire le quarré du côté donné, du quarré de l'hypoténuſe, & la racine quarrée du reſte ſera le côté cherché.

La ſeconde ſe fait très-facilement par les logarithmes, en prenant pour logarithme du côté cherché, la moitié de la ſomme des logarithmes de la ſomme & de la différence de l'hypoténuſe & du côté donné.

La troiſieme eſt de faire ces deux proportions.

Comme l'hypoténuſe,
Au ſinus total;
Ainſi le côté donné,
Au ſinus de l'angle oppoſé à ce côté.

Par cette proportion, on connoît tous les angles de ce triangle.

Comme le ſinus total,
A l'hypoténuſe;
Ainſi le ſinus de l'angle oppoſé au côté cherché,
A ce côté.

On pourroit ſubſtituer à cette derniere proportion, celle du n°. IV.

88. REMARQUES & EXEMPLES. Comme cette derniere queſtion renferme preſque toutes les autres, nous en allons donner des exemples, tant en nombres naturels qu'en logarithmes.

89. Dans la pratique du calcul, quand le rayon ſe trouve au premier terme de la proportion, il faut ſeulement effacer l'unité qui précede la caractériſtique de la ſomme des logarithmes du ſecond & du troiſieme terme, ce qui épargne la ſouſtraction; & quand le rayon ou ſinus total eſt au ſecond

ou au troisieme terme, il faut ajouter seulement une unité devant la caractéristique du logarithme du troisieme ou second terme, & en retrancher tout de suite le logarithme du premier. On verra cette pratique dans les exemples suivants.

90. I. SOLUTION. Soit l'hypoténuse *AC* de 851 pieds, le côté *AB* de 702. Par la premiere solution on aura

Quarré de 851....724201
Quarré de 702....492804
Différence........231397..Quarré de *BC*..481.

91. II. SOL. *BC*......851
AC......702
Somme..1553 Log...3.191171
Différence 149 Log...2.173186
Somme 5.364357
Moitié 2.682178..481.

92. III. SOL. Par les deux proportions précédentes.

Log. de 702..12.846337 il est précédé d'une unité à cause du sinus total au second terme.
Log. de 851.. 2.929930
Différence.... 9.916407 Log. du sinus de *BCA* 55° 35'.
Donc *BAC*........ 34 25.

Pour la seconde analogie.

Log. de 851.......... 2.929930
Log. sin. de 34° 25'... 9.752207
Somme.............12.682137 dont ôtant l'unité qui précede la caractéristique, à cause du rayon au premier terme, reste 2.682137 logarithme de 481, valeur du côté cherché *BC*.

IV.

Regles du calcul pour les Triangles obliquangles.

93. I. Etant donnés deux angles & un côté, trouver les autres côtés.

Comme le sinus de l'angle opposé au côté connu,
A ce côté;
Ainsi le sinus de l'angle opposé au côté cherché,
A ce côté cherché.

94. II. Etant donnés deux côtés & un angle opposé à l'un des deux, trouver l'angle opposé à l'autre, *pourvû qu'on sache auparavant s'il est aigu ou obtus.*

Comme le côté opposé à l'angle donné,
Au sinus de cet angle;
Ainsi l'autre côté,
Au sinus de l'angle qui lui est opposé.

95. III. Etant donnés deux côtés, & l'angle compris, trouver les autres angles.

Comme la somme des côtés donnés,
A leur différence;
Ainsi la tangente de la moitié du supplément de l'angle connu,
A la tangente de l'angle qu'il faut ajouter à cette moitié pour avoir le plus grand des deux angles qu'on cherche, & qu'il faut ôter de cette moitié pour avoir le plus petit.

Fig. 18. Par exemple, soit *ED* (*Fig.* 18.) de 865 pieds, *EF* de 517, & l'angle *DEF* 96°. 36′.

ED..... 865 *DEF*.......96° 36′
EF..... 517 Supplément..83 24
Somme..1382 Moitié.......41 42
Différence 348 Log.. 2.541579
Tang. moitié f.9.949862
Somme.....12.491441
Log. 1382.. 3.140508
Différence... 9.350933 Log. Tang. 12° 39′
Moitié du supplément......41 42
EFD ou le plus grand angle 54 21
EDF ou le plus petit angle..29 3.

On connoît (47) quel est le plus grand angle par le plus grand des deux côtés connus auquel il est opposé, & le plus petit par le plus petit des deux côtés connus.

96. IV. Etant donnés deux côtés & l'angle compris, trouver le troisieme côté. Fig. 18.

Il faut chercher les angles par la Regle précédente, puis le troisieme côté par la premiere.

97. V. Etant donnés les trois côtés, trouver celui des angles qu'on voudra.

Ajoutez ensemble les trois côtés ; prenez la moitié de la somme ; de cette moitié ôtez successivement les deux côtés qui renferment l'angle cherché : ajoutez ensemble les logarithmes des deux restes & la caractéristique 20. Ajoutez à part les logarithmes des deux côtés qui renferment l'angle cherché, otez cette derniere somme de logarithmes de la précédente ; prenez la moitié du reste, ce sera le logarithme de sinus d'un arc qu'il faudra chercher dans les Tables de sinus ; doublez cet arc, & vous aurez la mesure de l'angle cherché.

98. EXEMPLE. On demande l'angle *D* (*Fig.* 18.) renfermé entre les côtés *DE*, *DF* du triangle *DEF* dont on suppose *DF* de 150 pieds, *DE* de 120 pieds, & *EF* de 96 pieds. Voici le procédé du calcul.

EF...	96		
DE...	120	.........Log.	2.079181
DF...	150	.........Log.	2.176091
Somme	366	2e somme Log.	4.255272
Moitié	183		

Otez 120, reste 63	Log.	1.799340
Otez 150, reste 33	Log.	1.518514
		20.
Premiere somme Log.		23.317854
Seconde somme.........		4.255272
Reste................		19.062582
Moitié................		9.531291. Log. Sin. 19° 52′
		Double..39 44
		Mesure de l'angle *EDF*.

Cette Regle n'eſt autre choſe que le calcul de cette proportion :

Le produit des deux côtés qui renferment l'angle cherché,
Eſt au produit des deux excès de la moitié de la ſomme des trois côtés ſur chacun de ces deux côtés ;
Comme le quarré du rayon,
Eſt au quarré du ſinus de la moitié de l'angle cherché.

Nous ferons dans la ſuite des applications de ces regles aux problêmes les plus utiles & les plus néceſſaires dans la Navigation.

99. On doit remarquer en général que la connoiſſance des trois angles d'un triangle ne ſuffit pas pour avoir la valeur abſolue des côtés, puiſque (52) deux triangles peuvent avoir leurs angles correſpondants parfaitement égaux & avoir des côtés inégaux.

Fin du premier Livre.



SECOND

LIVRE SECOND,

Dans lequel on donne une idée générale du Pilotage, en traitant de la Sphere, & du calcul des Triangles ſphériques, de la figure & de la grandeur de la Terre, de la conſtruction & de l'uſage de la Bouſſole, des Cartes Marines, &c.

oo. NOUS nous propoſons de donner dans ce ſecond ivre une idée générale des connoiſſances qui ont un rap-ort plus immédiat avec le Pilotage, réſervant les applica-ons & les détails pour les Livres ſuivants.

CHAPITRE PREMIER.

Votions préliminaires de la Sphere, & principalement de la figure & de la grandeur du Globe terreſtre.

I.

oi. PLUSIEURS obſervations très-faciles à faire nous pprennent que la Terre avec la maſſe des eaux qui l'envi-nnent, forment un globe ou un corps parfaitement rond. orſque nous ſommes ſur le bord de la Mer, en quelque ys que ce ſoit, notre vue eſt toujours bornée par un cer-e qui paroît faire la ſéparation de la Mer & du Ciel, &

que nous nommons *l'Horizon*. Il eſt vrai que ſi la Terre étoit plate, notre vue ſeroit également terminée par un cercle dont nous occuperions le centre : mais la grandeur de ce cercle dépendroit alors de la bonté de nos yeux ; ſi notre vûe étoit plus longue, elle le porteroit plus loin : au lieu que le cercle que nous voyons autour de nous, ne dépend que de la rondeur de la Terre : lorſqu'un Vaiſſeau vient de la Mer ou *du Large*, nous ne découvrons d'abord que le haut de ſes mâts, & nous nous ſervirions inutilement des meilleures lunettes pour découvrir le corps même du Navire. Il n'y a pour nous qu'un moyen de le voir, c'eſt de monter ſur une haute tour ou ſur quelque endroit très-élevé. Nous pouvons enſuite découvrir tout le Vaiſſeau ; parce qu'il ceſſe d'être caché par l'élévation que forme entre lui & nous la rondeur de la mer.

102. Ce que nous venons de dire de l'étendue de l'Horizon ou de ce cercle qui borne notre vue, & qui paroît ſéparer la partie du Ciel que nous voyons, de celle que nous ne voyons pas, a lieu dans tous les pays. Ainſi la Terre eſt ronde dans toutes ſes parties ; & ce qui le confirme bien ſenſiblement, c'eſt ce que nous obſervons dans les éclipſes de Lune. Nous voyons pendant ces phénomenes, comme nous le dirons plus particuliérement dans la ſuite, l'ombre de la Terre tomber ſur la Lune ; & cette ombre nous paroît exactement ronde, malgré les différentes poſitions du Soleil, par rapport à nous, & les différents endroits de la Terre où nous pouvons nous trouver. Or il n'y a qu'un globe ou un corps rond dans tous les ſens, dont l'ombre puiſſe être ronde ou exactement circulaire, malgré ſes différentes ſituations par rapport au corps lumineux. Les montagnes qu'on voit en différents pays ne forment pas d'exception contre l'exacte rondeur de la Terre ; car quelque groſſes qu'elles ſoient, leur maſſe n'eſt preſque rien, lorſqu'on la compare à celle du globe entier. Ce ſont comme quelques grains de ſable qu'on mettroit à quelque diſtance les uns des autres ſur une groſſe boule de 9 ou 10 pieds de diametre.

103. La figure ronde de la Terre & des autres corps cé-

leſtes, eſt produite par l'effort à peu près égal que font toutes ſes parties par leur peſanteur pour s'approcher du point le plus bas de toute la maſſe ; ce point eſt le centre. Cette tendance de toutes ſes parties vers le bas, a du rapport à l'union dont ſont capables les parties d'une goutte d'eau, ou de vif-argent, qui, en s'approchant les unes des autres, forment un tout qui eſt rond. Chaque partie de liqueur, en faiſant effort pour s'approcher de toutes celles qui lui ſont voiſines, peſent, pour ainſi dire, vers le centre de la goutte; & elles ſe contre-balancent réciproquement. La même choſe arrive aux eaux de l'Océan, elles ſe trouvent ſenſiblement de niveau avec les Terres ou les continents qui les environnent. Nous pouvons faire le tour de notre Globe, comme l'ont déja fait pluſieurs Voyageurs; parce que notre peſanteur qui eſt toujours agiſſante, nous attache à la Terre, & nous preſſe continuellement contre ſa ſurface, à peu près de la même maniere que des morceaux de fer s'attachent à un aiman. Nous nommons *Antipodes*, les Peuples qui ſont éloignés de nous de 180 degrés, ou de la demie-circonférence de la Terre. Nous avons les pieds à l'oppoſite les uns des autres ; ils ſont nos Antipodes, & nous ſommes les leurs : ils ont le jour pendant que nous avons la nuit. Mais nous ne pouvons pas dire qu'ils ſont en bas, & que nous ſommes en haut : car nous ſommes tous également éloignés du centre, qui eſt le point réellement le plus bas ; ſur la ſurface de la Terre, il n'y a de haut que ce qui eſt vers le Ciel, & de bas que ce qui eſt vers le centre de la Terre.

II.

Des Poles de la Terre, de l'Equateur terreſtre, des Méridiens, &c.

(Voyez la Figure 28.)

104. La Terre étant ronde, & formant *un Globe* ou *une Sphere*, car ces deux mots ſignifient la même choſe, nous rapportons à la Terre divers points du Ciel. C'eſt ce qu'on

Fig. 28. doit faire naturellement, puisque chaque point du Globe terrestre répond exactement sous un endroit déterminé de la surface des Cieux. On nomme *Poles* du Monde les deux points sur lesquels le Ciel paroît tourner d'Orient en Occident, ou du Levant au Couchant en 24 heures; & nous donnons le nom de Poles de la Terre ou de Poles terrestres, aux deux points de la Terre, qui sont immédiatement au-dessous, & qui sont à l'opposite l'un de l'autre. Il suffit de considérer le Ciel pendant une belle nuit, pour s'appercevoir que toutes les étoiles tournent d'Orient en Occident, de même que le Soleil & la Lune. Le mouvement paroît se faire, comme si c'étoient les Cieux qui entraînassent les Astres, en tournant à la maniere d'une boule, qui fait ses révolutions sur deux pivots opposés. Les points voisins de ces pivots ne décrivent que de très-petits cercles; il en est de même des étoiles voisines des Poles. C'est ce qui arrive en particulier à une étoile que nous nommons *Polaire*, ou *Etoile du Nord*. On la découvre dans toute l'Europe; & elle paroît pendant la durée de chaque nuit comme fixée dans le même endroit. Si le froid & les glaces permettoient d'aller jusqu'auprès du Pole de la Terre le plus voisin de nous, on auroit cette Etoile sur la tête.

105. On distingue les deux Poles terrestres l'un de l'autre, en nommant celui qui répond sous l'Etoile du Nord, le Pole *du Nord*, *Arctique*, *Septentrional* ou *Boréal*, & l'autre qui en est éloigné de 180 degrés de la Terre, ou de la moitié de la circonférence, le Pole *du Sud*, *Antarctique*, *Méridional* ou *Austral*. Ils reçoivent ces différents noms des deux Poles du Ciel sous lesquels ils répondent, ou des vents qui soufflent des points correspondants de l'Horizon.

106. En même temps que les Etoiles qui sont très-voisines des deux Poles du Ciel, ne changent presque point de place, les Etoiles au contraire qui sont vers le milieu entre les deux Poles, ou à la même distance d'un Pole que de l'autre, décrivent de très-grands cercles. Le cercle du plus grand mouvement se nomme *l'Equateur*, & on donne le même nom au cercle de la Terre qui répond au-dessous, & qui

ſépare le Globe terreſtre en deux parties parfaitement éga- Fig. 28.
les, celle du Nord & celle du Sud. On connoît les endroits de la terre par leſquels paſſe l'Equateur terreſtre. Il paſſe par l'embouchure de la riviere des Amazones en Amérique, par l'Iſle de Saint Thomas proche la côte d'Afrique, par les Iſles de Borneo & de Sumatra dans la Mer des Indes, par les Iſles Gualapes dans la Mer Pacifique, &c. Tous ces lieux ſont autant éloignés d'un Pole de la Terre que de l'autre ; & lorſqu'on s'y trouve, on voit paſſer ſur ſa tête les Etoiles qui paroiſſent tourner avec le plus de rapidité, comme ſont à peu près celles que le vulgaire nomme les *Trois Rois*.

107. On donne en général le nom de *Paralleles* à tous les cercles que les Etoiles paroiſſent décrire chaque jour en tournant autour des Poles ; parce que ces cercles ſont réellement paralleles entr'eux, de même qu'à l'Equateur. On conçoit auſſi ſur la Terre une infinité de cercles qui ont leur centre dans *l'axe* de la Terre, c'eſt-à-dire dans la droite qui joint l'un & l'autre Pole, ces cercles ſont paralleles à l'Equateur, & on les nomme auſſi *des Paralleles*. Nous en avons marqué quelques-uns dans la *Fig.* 28, qui repréſente le Globe terreſtre. Les points oppoſés *N* & *S* ſont les deux Poles qui ſont éloignés l'un de l'autre de 180 degrés, ou de la moitié de la circonférence de la Terre. Le cercle *E A Q* eſt l'Equateur qui eſt éloigné des Poles de 90 degrés, & qui coupe la Terre par la moitié, ou qui la partage en deux demi-Globes ou *Hémiſpheres*. Les paralleles à l'Equateur ſont indiqués par *G H*, *B C*, &c. On doit remarquer que nous les repréſentons ici par des lignes droites, de même que l'Equateur, à cauſe de la difficulté qu'il y a de repréſenter une boule ſur quelque choſe de plat.

108. On voit dans la même Figure les lignes *Nord* & *Sud* *N E S*, *N T S*, *N A S*, &c. qui ſont des demi-cercles qui s'étendent d'un pole à l'autre, & qui coupent l'Equateur perpendiculairement. On les nomme *Méridiens terreſtres*, parce qu'ils indiquent tous les lieux de la Terre, qui étant au Nord ou au Sud les uns des autres, ont Midi dans le même inſtant. Le Soleil, en tournant d'Orient en Occident,

Fig. 28. donne ſucceſſivement le Midi à tous les lieux de la Terre. Lorſqu'il eſt parvenu au milieu de ſa courſe par rapport au point *A*, par exemple, & qu'il y donne Midi, il ſe trouve auſſi vis-à-vis de tous les autres points *L*, *M*, &c. placés exactement au Nord ou au Sud ſur le même Méridien. Mais le cas eſt tout différent, ſi les lieux ſont ſitués plus vers le Levant ou vers le Couchant les uns que les autres : ils auront différents Méridiens ; & il eſt évident qu'il y ſera auſſi Midi plutôt ou plus tard, ſelon que le Soleil aura plus ou moins de chemin à faire dans le Ciel pour parvenir des uns aux autres. La différence ſera de 12 heures ſi les lieux ſont placés ſur des Méridiens oppoſés ; l'un aura midi lorſque l'autre aura minuit. Le quart de la circonférence de la Terre doit cauſer 6 heures de différence, & 15 degrés doivent donner une heure, puiſqu'ils forment la 24me partie du tour de la Terre que le Soleil parcourt en 24 heures.

I I I.

Des cinq Zones.

109. Le Soleil ne ſort jamais d'un certain eſpace du Ciel, il fréquente les environs de l'Equateur. Bien loin qu'on l'ait vu avancer juſques vers les Etoiles qui ſont voiſines des Poles, il ne s'éloigne jamais du milieu du Ciel de plus de 23° 28′ ½ du côté du Nord ou du côté du Sud. On donne le nom de *Tropiques* aux deux paralleles qui ſervent de limites à cet écart, & au-delà deſquels le Soleil ne paſſe jamais. On imagine auſſi ſur la Terre deux paralleles *B C* & *D F* qui ſont éloignés de l'Equateur terreſtre de 23° 28′ ½ ; & ces paralleles qu'on nomme *Tropiques terreſtres*, renferment entr'eux la partie de la ſurface de la Terre au-deſſus de laquelle le Soleil ſe trouve toujours. La chaleur doit être à peu près conſtante dans cet eſpace, à cauſe de la poſition continuelle de l'Aſtre au-deſſus ; & c'eſt pour cette raiſon qu'on le nomme la *Zone torride*, c'eſt-à-dire, *brûlante*. Cette Zone que quelques Anciens avoient regardée mal-à-propos comme inhabitable, forme une eſpece de bande ou de cein-

ture autour de la Terre; elle a de largeur la diftance *B D* ou *CF* d'un Tropique à l'autre, ou le double de 23° 28′ $\frac{1}{2}$, c'eft-à-dire 46° 57′. Fig. 18.

110. Vers les Poles, c'eft tout le contraire; les rayons du Soleil n'y frappent que très-obliquement, ou ne font prefque que rafer la terre, & le froid doit y être exceffif. Quoique les Poles de la Terre foient un peu plus éloignés du Soleil que ne le font les endroits de la Zone torride, au-deffus defquels cet Aftre fe trouve continuellement, cependant cette plus grande diftance ne doit produire aucun effet fenfible dans la température de l'air : car, malgré la groffeur qu'a le Globe terreftre à notre égard, on peut le comparer à un grain de fable qui feroit éclairé par un flambeau fitué à 40 ou 50 pieds de diftance. Toutes les parties du grain de fable feroient fenfiblement à la même diftance du flambeau; mais elles feroient expofées différemment à fa lumiere; & c'eft auffi à cette feule diverfité d'expofition qu'il faut attribuer le plus ou le moins de chaleur que nous recevons ordinairement du Soleil. Tous les environs des Poles font fitués d'une maniere peu avantageufe pour être échauffés par cet Aftre. C'eft pourquoi on donne le nom de *Zones froides* ou *glaciales* aux deux efpaces qui ont l'un & l'autre Pole pour centre, & qui font renfermés dans les paralleles qui font éloignés du Pole de 23° 28′ $\frac{1}{2}$. *G H* eft un de ces paralleles qu'on nomme *Cercle polaire*, *arctique* ou *feptentrional*; & c'eft dans fon intérieur qu'eft la Zone glaciale feptentrionale. Vers l'autre extrémité de la Terre, il y a une autre Zone glaciale qui eft fituée autour du Pole méridional ou antarctique : elle eft de même grandeur que celle du Nord, & elle eft renfermée au-dedans du parallele *I K*, ou du *Cercle polaire antarctique*. Nous pouvons avancer affez confidérablement dans les Zones froides; mais le milieu nous en eft abfolument interdit jufqu'à une diftance de plus de 150 ou 160 lieues, à caufe du trop grand froid : ce font les feuls endroits de la Terre où les Voyageurs ne puiffent pas aller.

111. Enfin les efpaces compris entre chaque Tropique & le cercle polaire voifin, ou entre la Zone torride, & l'une

Fig. 28. ou l'autre des Zones glaciales, forment les deux *Zones tempérées*. Il y en a deux, parce que les deux moitiés de la Terre de part & d'autre de l'Equateur, ou pour nous expliquer autrement, les deux moitiés de la ſphere ou les deux hémiſpheres ſeptentrional & méridional, jouiſſent de la même expoſition à l'égard du Soleil. La premiere de ces Zones qui eſt du côté du Nord, & dans laquelle la France eſt ſituée, de même que la plus grande partie de l'Europe, s'étend depuis *B C* juſqu'à *G H*, & la ſeconde qui eſt du côté du Sud, s'étend depuis *D F* juſqu'à *I K*. Il eſt facile de trouver les largeurs qu'ont ces deux Zones tempérées. Il ſuffit d'ôter deux fois 23° 28′½ des 90° qu'il y a depuis l'Equateur juſqu'à chaque Pole: il reſtera 43° 3′ pour la largeur de chacune.

I V.

De la Latitude, & des changements qu'elle reçoit, lorſqu'on paſſe d'un lieu à un autre.

(Voyez les Figures 28 & 29.)

112. Il eſt facile de concevoir qu'un Obſervateur ne peut faire un pas ſur la ſurface de la Terre, ſans qu'il arrive quelque différence dans l'apparence du Ciel. C'eſt ce qui vient de la rondeur de la Terre, & de ce que chacun de ſes points jouit, pour ainſi dire, d'un Ciel différent. On nomme *Latitude* d'un lieu, ſa diſtance à l'Equateur terreſtre, ou la quantité dont il eſt avancé dans la partie du Nord, ou dans la partie du Sud. Cette diſtance ſe meſure ſur la ſurface du Globe par le plus court chemin, & par conſéquent ſur un cercle perpendiculaire à l'Equateur; par cette raiſon, ce cercle eſt confondu avec le Méridien terreſtre de ce lieu. Si le lieu eſt ſur l'Equateur, il n'a point de latitude; & ſi au contraire on pouvoit aller juſqu'au Pole, on en auroit 90 degrés, & la plus grande de toutes les latitudes. Tous les lieux qui ſont ſur un même parallele terreſtre, ont exactement la même Latitude, parce qu'ils ſont également éloignés de l'Equateur. On diſtingue les Latitudes en Septen-

trionale & en Méridionale, ou en Nord & Sud, selon que le lieu dont il s'agit est dans la partie du Nord ou dans la partie du Sud, dans un Hémisphere ou dans l'autre. Fig. 28 & 29.

113. Nous avons des moyens pour déterminer notre changement de Latitude en Mer, qui sont d'une application tout-à-fait simple. Nous nommons *Zénith* le point le plus haut du Ciel, ou le point qui répond exactement sur notre tête, & *Nadir* le point qui est à l'opposite sous nos pieds. Pour peu que nous marchions, ces deux points changent de place, de même que notre Horizon. Si nous avançons vers le Nord, la partie Sud du Ciel s'abaisse vers notre Horizon, & la partie Nord s'éleve. Le point le plus haut du Ciel ou notre Zénith, avance en même temps vers les Etoiles qui sont voisines du Pole arctique, & s'éloigne du Soleil & des Etoiles qui sont proche de l'Equateur. Si nous faisions tout le tour de la Terre ou ses 360 degrés, notre Zénith parcourroit aussi toute la circonférence du Ciel ou ses 360 degrés. Ainsi nous pouvons juger en Mer de notre progrès vers l'Equateur ou vers le Pole, ou de notre changement en Latitude, par le changement de situations que reçoivent les Astres à l'égard de notre Zénith. On donnera bientôt le détail des opérations nécessaires pour mesurer ce changement.

114. Nous venons de dire que le Ciel change d'apparence pour nous, aussi-tôt que nous changeons de place. Dans la *Figure* 29 le grand cercle *HZOQ* représente le Ciel; & le petit qui est au-dedans, tient lieu de la Terre. Les deux Poles du Monde ou du Ciel sont marqués par les points *N* & *S*, qui sont à l'opposite l'un de l'autre. La ligne *EQ* représente l'Equateur du Ciel, & *BC* est l'Equateur de la Terre. La distance *AB* est donc la Latitude de l'Observateur *A*, & elle est égale en degrés à la distance du Zénith *Z* à l'Equateur du Ciel : il y a exactement le même nombre de degrés de la Terre, depuis *A* jusqu'en *B*, que de degrés du Ciel depuis *Z* jusqu'en *E*. La Latitude est encore égale à la quantité *NO* dont le Pole *N* est élevé au-dessus de l'Horizon ; car les arcs *EN*, *ZO* sont chacun de 90 degrés : ainsi l'écart des points *E*, *Z* est nécessairement égal à

Fig. 28 & 29. celui des points *N*, *O*. Si l'Obſervateur placé en *A* avance vers l'Equateur de la Terre, ſon Zénith avancera du même nombre de degrés vers l'Equateur du Ciel, & s'y rendra exactement, ſuppoſé que l'Obſervateur continue ſa route juſqu'à l'Equateur. L'Horizon *H O* changera de place en même temps, & prendra la ſituation *S N* lorſque l'Obſervateur ſera arrivé en *B*.

115. Il ſuit de-là que nous avons deux moyens généraux de déterminer la Latitude d'un lieu, parce que nous pouvons obſerver dans le Ciel deux quantités qui y ſont exactement égales en nombre de degrés. Nous pouvons chercher la diſtance de notre Zénith à l'Equateur céleſte, ou bien la quantité dont le Pole céleſte eſt élevé au-deſſus de notre Horizon. Nous ne réuſſirons pas à trouver ces quantités immédiatement, parce que l'Equateur céleſte n'eſt pas un cercle viſible dans le Ciel, ni le Pole un point viſible; mais nous y parviendrons par les obſervations de quelque Aſtre, dont nous connoîtrons la diſtance à l'Equateur ou au Pole. Car c'eſt avoir meſuré la hauteur d'un point dans le Ciel, que d'avoir meſuré celle d'un Aſtre, qu'on ſçait devoir être alors plus haut ou plus bas que ce point d'une certaine quantité de degrés.

116. Notre Latitude étant connue, c'en eſt ſouvent aſſez pour que nous puiſſions reconnoître ſur la Carte, lorſque nous ſommes en Mer, les côtes vis-à-vis deſquelles nous nous trouvons. On voit aux deux côtés des Cartes Marines des Echelles qui ſont dirigées Nord & Sud, & qui ſont deſtinées à marquer les Latitudes. Ces Echelles ne commencent pas toujours à l'Equateur, lorſque la Carte n'eſt pas aſſez grande; l'Equateur eſt en dehors, mais les degrés de latitude ſont toujours cenſés y commencer. Si on jette les yeux ſur notre ſeconde Carte, ou ſur celle qui repréſente une partie des côtes de France & d'Eſpagne, on verra 43 degrés marqués au bas de l'Echelle, parce que l'Equateur eſt 43 degrés en dehors de la Carte ou de la partie de la ſurface de la Terre dont cette Carte eſt un tableau. Les degrés qui ſont diviſés de 10 minutes en 10 minutes dans

cette Carte, puiſqu'ils ſont partagés en 6 parties égales, ſont marqués dans un certain ſens, & en allant vers le Nord; parce que les Latitudes ou les diſtances à l'Equateur deviennent plus grandes dans l'Hémiſphere ſeptentrional, à meſure qu'on avance vers le Nord. Mais pour revenir à ce que nous diſions, que la Latitude ſuffit ſouvent ſeule pour nous faire connoître quelle eſt la côte où nous abordons, il eſt évident que ſi l'obſervation des Aſtres nous apprend, au retour d'un voyage, que nous ſommes par 47° 10′ de Latitude, & que nous voyïons une Iſle devant nous à l'Orient, nous ne pouvons pas nous y tromper. La Carte nous fait connoître que nous ne ſommes pas auprès des côtes d'Eſpagne, ni même auprès de celles de Poitou; car elles ſont plus voiſines de l'Equateur. Nous ne ſommes pas à portée non plus de voir Oüeſſant ni les environs de Breſt, puiſque ces lieux ſont placés plus près du Pole; la Terre que nous voyons eſt néceſſairement Belle-iſle. Fig. 28 & 29.

V.

De la Longitude des Lieux ſur le Globe terreſtre, & ſur les Cartes.

117. Pendant que l'obſervation de la Latitude nous fait connoître la quantité dont nous ſommes avancés vers le Nord ou vers le Sud par rapport à l'Equateur, la *Longitude* détermine notre ſituation plus ou moins avancée vers l'Orient ou vers l'Occident. Chaque Nation a ordinairement choiſi un Méridien qu'elle regarde comme le premier; elle y rapporte tous les autres; & on nomme *Longitude*, la diſtance où l'on eſt de ce Méridien, en meſurant cette diſtance ſur l'Equateur, ou ſur la circonférence de quelque parallele. Ceux qui font en France des Cartes géographiques, ſe conforment à une Ordonnance de Louis XIII, & font paſſer le premier Méridien par l'Iſle-de-Fer qui eſt la plus occidentale des Canaries. Nous l'avons marqué par *NAS* dans la *Fig.* 28, & nous avons obſervé la même loi dans nos

Fig. 28. Cartes. On s'en écarte néanmoins aſſez ſouvent dans les Cartes hydrographiques : on trouve beaucoup de Cartes Françoiſes où le premier Méridien paſſe par l'Obſervatoire Royal de Paris. Les Hollandois font paſſer leur premier Méridien par le Pic de Ténériffe, une des plus hautes montagnes du monde. Cela eſt abſolument indifférent, pourvu que cette multitude de premiers Méridiens ne faſſe tomber les Pilotes dans aucune équivoque.

118. L'uſage varie encore ſur la maniere de compter la Longitude. Il faudroit toujours la compter d'Occident vers l'Orient, depuis 0 degré juſqu'à 360 degrés, ſelon la diſpoſition de Louis XIII. Ainſi, ſuppoſé qu'on ſoit un degré de l'autre côté du premier Méridien ou à l'Occident, on ne ſeroit pas par un degré de Longitude, mais par 359 degrés; parce qu'alors on commence la Longitude au premier Méridien, qui n'eſt qu'un demi-cercle, & qu'on la compte en allant toujours vers l'Orient, ſans aucun égard au ſens dans lequel s'eſt fait la route. Cette maniere de compter eſt aſſez généralement ſuivie en France.

119. Cependant pluſieurs Hydrographes François, ou Auteurs de Cartes, diſtinguent deux ſortes de Longitudes, l'une orientale & l'autre occidentale, & ils les comptent de l'un & de l'autre côté du premier Méridien juſqu'à 180 degrés : on ſent aſſez que le tout revient au même, pourvu qu'on s'explique. C'eſt comme ſi l'on comptoit les heures de la journée autrement que nous ne le faiſons ; mais qu'on eût ſoin de nous en avertir : 1 degré de Longitude occidentale eſt la même choſe que 359 degrés ſelon l'autre maniere de compter : 15 degrés de Longitude occidentale reviennent à 345 degrés ; ils indiquent également le Méridien *NTXS* ſur la *Figure* 28, & ils ſuppoſent également une heure de différence dans les Midis.

120. On doit bien remarquer que lorſqu'on court exactement au Nord ou au Sud, ou que lorſqu'on ſuit le même Méridien, on conſerve toujours préciſément la même Longitude. La diſtance au premier Méridien ſe meſure ſur l'Equateur ou ſur les Paralleles, & les degrés des paralleles ſont

plus petits dans le même rapport que les intervalles entre les mêmes Méridiens ſont moindres, à meſure qu'on les conſidere dans des endroits plus voiſins du Pole. Il y a autant de degrés depuis *M* juſqu'en *R*, que depuis *L* juſqu'en Q, ou depuis *A* juſqu'au point marqué par le nombre 15 ſur l'Equateur. Ainſi tous les lieux qui ſont ſur le même Méridien ou ſur la même ligne Nord & Sud *NQPS*, ont exactement 15 degrés de Longitude. Tous les points du Méridien *NVS* en ont 75, &c. Fig. 28.

121. Il ſuit de-là que, lorſqu'on eſt fort avancé vers l'un ou l'autre Pole, il ſuffit de faire très-peu de chemin pour changer conſidérablement de Méridiens ou de Longitude, & pour qu'on ait une très-grande différence dans l'heure de midi. Quelque groſſeur qu'ait la Terre, il doit y avoir des endroits où, en faiſant ſeulement une lieue vers l'Orient ou vers l'Occident, on change de 15 degrés de Longitude; ce qui donne midi une heure entiere plutôt ou plus tard. Pour qu'une lieue vaille 15 degrés, il faut que toute la circonférence du Parallele ne ſoit que de 24 lieues; le diametre ne doit pas être tout-à-fait de 8 lieues, & il faut que la diſtance au Pole ſoit un peu moindre que 4.

122. En réſumant ce qu'on a dit ſur la Latitude & ſur la Longitude, il en réſulte, 1°, que chacun des points conſécutifs qui ſont ſur un même Méridien terreſtre, ſont tellement ſitués à l'égard de l'Equateur, qu'il n'eſt pas poſſible que deux de ces points en ſoient à égales diſtances du même côté: 2°, Que chacun des points conſécutifs qui ſont ſur un même parallele terreſtre, ſont tellement ſitués à l'égard du Méridien qu'on a choiſi pour le premier, qu'il n'eſt pas poſſible que deux de ces points en ſoient à égales diſtances du même côté. D'où on conclut qu'il n'eſt pas poſſible que deux points différents ayent la même Longitude & la même Latitude, ce qui fait que la poſition d'un lieu ſur la ſurface de la Terre, eſt déterminée abſolument par ſa Longitude & par ſa Latitude.

123. On n'a pas ſur Mer de méthode facile pour connoître la Longitude du lieu où l'on eſt, comme on en a pour

en trouver la Latitude. On expliquera dans la ſuite en quoi conſiſte la difficulté, & les reſſources que la Phyſique & l'Aſtronomie ont fournies pour y ſuppléer.

V I.

De la grandeur des Degrés terreſtres & de la groſſeur de la Terre.

124. On a ſans doute remarqué que les meſures priſes dans le Ciel pour découvrir les changements en Latitude & en longitude, ne les peuvent fournir qu'en degrés, ou relativement à la circonférence de toute la Terre. Si nous ſavons, par exemple, en conſultant le Ciel, que nous ſommes par 45 degrés de Latitude; nous connoîtrons bien que ces 45 degrés forment la huitieme partie du tour de la Terre: mais nous ne ſaurons rien de plus, ſi nous ne ſavons en même temps quelle eſt la groſſeur de la Terre, ou combien de lieues valent ces degrés. Ainſi, quoique nous ſachions notre Latitude, nous ignorerions combien nous avons réellement de chemin à faire pour nous rendre à l'Equateur, ou pour aller juſqu'au Pole.

125. Pour être en état de faire cette évaluation, les Aſtronomes ont meſuré le contour de la Terre dans le ſens de deux Méridiens oppoſés qui font un cercle entier; ils ont trouvé que ce contour entier étoit, toute évaluation faite, d'environ 20530800 toiſes du Châtelet de Paris, dont chacune eſt de 6 pieds-de-Roi. Ainſi chaque degré d'un grand cercle eſt d'environ 57030 toiſes.

126. Mais ce qui eſt bien digne d'attention, les degrés terreſtres ne ſe ſont pas trouvés de même longueur dans les autres Régions où on a fait des opérations ſemblables, & la différence eſt trop grande pour qu'on puiſſe l'attribuer aux erreurs inévitables des obſervations. Le degré ſous l'Equateur s'eſt trouvé de 56748 toiſes; en France ſous le parallele de 45 degrés, de 57030 toiſes, & ſous le cercle polaire de 57422. Ainſi il faut abſolument que la Terre ne ſoit pas parfaitement ronde, & qu'elle ſoit plus haute vers l'Equateur que vers les Poles, conformément à ce que nous indiquent d'autres expériences dont il n'eſt pas néceſſaire de parler ici. La courbure de la Terre eſt plus ſu-

bite vers l'Equateur dans le ſens Nord & Sud, puiſque les degrés y ſont plus petits : & la Terre eſt au contraire plus plate vers les Poles, puiſque les degrés y ſont plus grands. On croyoit que l'Equateur n'étoit diſtingué que par la plus grande rapidité du mouvement qui ſe fait en 24 heures; mais il eſt marqué d'une maniere bien plus réelle par une élévation continue, qui doit être d'environ 6 lieues marines & demie, tout autour de la Terre, & par-tout à une égale diſtance des deux Poles; de ſorte que l'axe de la Terre, ou la ligne droite tirée d'un Pole à l'autre, eſt plus court que les diametres de l'Equateur d'environ une 179me partie.

127. Au reſte cette différence n'eſt pas encore aſſez grande, pour qu'on puiſſe l'appercevoir dans les Eclipſes de Lune, lorſqu'on examine ſur cette Planette la figure circulaire de l'ombre de notre Globe. On peut auſſi ſe diſpenſer d'y avoir égard dans la Marine, & continuer de conſidérer la Terre comme un Globe parfait. Il eſt ſeulement à propos, puiſque les degrés du Méridien ſont de grandeurs un peu différentes, de leur attribuer, lorſqu'on les ſuppoſe égaux, non pas la plus grande longueur qu'ils ont vers les Poles, ni la plus petite qu'ils ont vers l'Equateur; mais celle qui tient un milieu. On peut s'arrêter à celle qu'ils ont vers le 45me degré de Latitude, & les fixer à 57030 toiſes.

128. Cela ſuppoſé, nous pouvons régler aiſément la longueur de notre lieue marine, en la rendant une certaine partie du degré. Il vaut incomparablement mieux prendre ce parti, que de donner d'abord au hazard une certaine grandeur à la lieue, & voir enſuite combien elle eſt contenue de fois dans les 57030 toiſes du degré. On veut en France que le degré contienne exactement 20 lieues. Ainſi nous n'avons qu'à diviſer 57030 toiſes par 20, & nous aurons 2851 toiſes $\frac{1}{2}$ du Châtelet de Paris pour la lieue marine françoiſe. Cette lieue eſt plus grande que la plûpart de celles dont on ſe ſert dans les différentes Provinces du Royaume, & elle eſt auſſi plus longue que la lieue horaire, que fait ordinairement un homme de pied pendant une heure. Les Hollandois mettent 15 lieues dans le degré terreſtre; ainſi chacune de ces dernieres lieues ſera de 3802 toiſes. Les Italiens & les Anglois ſe ſervent de *milles*; & ils ſuppoſent que 60 de ces milles font un degré. Cette maniere d'évaluer les diſtances eſt fort commode. Le mille doit donc valoir une minute de degré terreſtre, ou un tiers de nos lieues marines, ou 950 toiſes $\frac{1}{2}$.

129. Enfin nous pouvons maintenant nous ſervir des Echelles des degrés, qui ſont tracées dans les Cartes, comme ſi elles marquoient des lieues ; & il nous ſera facile avec un compas de meſurer toutes les diſtances. On aura autant de fois 20 lieues qu'on aura de degrés : 30 minutes marqueront la longueur de 10 lieues, & 3 minutes celle d'une lieue. Il faut ſeulement bien ſe ſouvenir que ce ſont les degrés des Méridiens ou de l'Equateur, qui ont cette longueur déterminée, & non pas les degrés des paralleles, puiſque ceux-ci ſont plus petits dans toutes ſortes de rapports, lorſqu'on avance vers les Poles. Nos Cartes ſont deſtinées, principalement lorſque nous avons ſinglé un certain nombre de lieues vers un certain côté, à nous montrer en quel endroit nous ſommes parvenus. Si l'on eſt parti, par exemple, des environs de Dieppe, & qu'on ait fait 75 lieues préciſément à l'Occident, on apprendra par la Carte de la Manche *, qu'on eſt arrivé vers le Cap Lezard, qui eſt la pointe de l'Angleterre la plus avancée vers le Sud.

* Voyez la premiere des Cartes qui ſont à la fin de ce Traité.

CHAPITRE II.

Du calcul des Triangles Sphériques.

I.

130. PUISQU'EN parcourant la ſurface d'un globe en différents ſens on y décrit des portions de cercle qui peuvent ſe croiſer & former toutes ſortes de figures, comme font des lignes droites ſur une ſurface plane, on a cherché le moyen de calculer les triangles formés par trois arcs aboutiſſants les uns aux autres ſur la ſurface d'une ſphere. On appelle ce calcul *la Trigonométrie ſphérique*. Son uſage s'étend auſſi aux arcs décrits ou imaginés dans la concavité du Ciel.

131. On a reconnu d'abord que *pour faire des calculs juſtes des triangles ſphériques, il falloit que leurs côtés fuſſent des arcs d'un grand cercle*, c'eſt-à-dire, que ces arcs fiſſent portions de cercles dont le centre fût au centre même de la ſphere ; parce que tous les degrés d'un de ces ſortes de cercles, décrits ſur une même ſphere, ſont égaux en étendue & en courbure à tous les degrés d'un autre cercle, ce qui ne ſe trouve

trouve pas dans les arcs de cercles qui n'ont pas pour centre celui de la ſphere, tels que feroient un arc de 60 degrés pris ſur un Méridien de la ſphere ; & un arc de 60 degrés pris ſur un des cercles polaires.

Pour ſe diriger dans le calcul des triangles ſphériques, il faut d'abord connoître les propriétés ſuivantes des angles ſphériques, qu'on comprendra aiſément ſi l'on a en main une boule ou un globe.

132. I. *Lorſque deux arcs de grand cercle ſe ſont coupés en un point ſur la ſphere, ſi on les prolonge, ils vont ſe couper encore dans un point diamétralement oppoſé au premier, & y former entr'eux le même angle ſphérique qu'ils formoient à leur premiere interſection.* De ſorte qu'il y a 180 degrés d'une interſection à l'autre ; ce qui vient de ce que ces deux arcs ayant un même centre, & formant deux plans différents, ces deux plans doivent s'entrecouper dans une ligne droite qui paſſe par leur centre commun, & qui eſt par conſéquent un diametre de la ſphere.

133. II. *Chaque cercle de la ſphere a, ſur la ſurface de la ſphere, les deux poles particuliers, qui ſont deux points diamétralement oppoſés. Et tous les points de la circonférence de ce cercle ſont également éloignés du même pole.* Ce qui eſt facile à entendre en faiſant attention à la maniere dont on trace ſur le tour un cercle ſur une boule. On place la boule entre deux pointes appuyées ſur deux points diamétralement oppoſés, & qui deviennent les poles du cercle : faiſant enſuite tourner la boule ſur ces deux points, la pointe d'un outil qui reſte fixe trace le cercle dont il s'agit. D'où on voit clairement que les deux poles & la pointe de l'outil étant reſtés fixes, & par conſéquent toujours à une même diſtance reſpective, il faut que le cercle décrit de la ſorte ait tous les points de ſa circonférence également éloignés de chacun des poles, & que ſi la pointe de l'outil répondoit au milieu entre les deux poles, le cercle décrit eſt un grand cercle, dont tous les points ſont évidemment éloignés de 90 degrés de chaque pole, en meſurant ces degrés ſur des arcs tracés ſur la ſurface depuis chaque point du cercle juſqu'à chaque pole.

134. On appelle *axe* d'un cercle, le diametre de la ſphere qui aboutit aux deux poles de ce cercle.

135. Il eſt clair encore que *ſi on fixe la pointe d'un compas ordinaire, ou dont les pointes ſoient recourbées, au pole d'un cercle tracé ſur la ſphere, & l'autre pointe ſur un des points de ce cercle, en faiſant tourner le compas, cette pointe décrira tout le cercle.*

136. III. *Le ſommet d'un angle ſphérique peut être regardé comme le pole d'un cercle, dont le nombre de degrés interceptés entre les arcs qui forment les côtés de cet angle, eſt la meſure de ce même angle.*

137. IV. *Un angle ſphérique meſure l'inclinaiſon des plans des deux grands cercles, dont les côtés de cet angle ſont des arcs.* Car l'inclinaiſon de ces plans eſt meſurée par le plus grand écart de ces deux arcs, cet écart eſt meſuré par un arc de grand cercle décrit de l'angle comme pole, à 90 degrés de diſtance de cet angle.

138. V. *Un angle ſphérique eſt aigu, droit ou obtus, ſelon que les*

plans des grands cercles dont ils sont partie sont inclinés sous un angle aigu, droit ou obtus.

139. VI. *Un angle sphérique est mesuré aussi par l'arc intercepté entre les poles des deux grands cercles dont les côtés de l'angle sont parties.* Car à mesure que deux plans s'inclinent l'un à l'autre, leurs axes s'inclinent de la même maniere, & par conséquent leurs poles s'écartent sur la surface de la sphere, en y décrivant un arc qui mesure l'inclinaison.

140. VII. *Tout grand cercle qui passe par les poles d'un cercle grand ou petit, coupe ce cercle perpendiculairement:* de même *tout arc de grand cercle qui coupe perpendiculairement un autre cercle, passe nécessairement par les poles de ce cercle.*

A l'égard des triangles sphériques, voici leurs propriétés essentielles.

141. I. *Un côté de triangle sphérique est toujours plus petit qu'un demi-cercle,* ou bien *il est toujours un arc de moins de* 180 *degrés; & la somme des trois côtés pris ensemble ne peut aller jusques à* 360 *degrés.*

142. II. *La somme des trois angles d'un triangle sphérique excede toujours* 180 *degrés, mais elle ne peut aller jusques à* 540 *degrés.* Ainsi un triangle sphérique peut avoir ses trois angles aigus, droits, obtus, &c. & par conséquent la connoissance de deux angles d'un triangle sphérique ne conduit pas directement à celle du troisieme angle, comme dans les triangles rectilignes (44).

143. III. *Dans un triangle sphérique le plus grand côté est opposé au plus grand angle, & le plus petit côté au plus petit angle, les côtés égaux le sont aux angles égaux;* comme dans les triangles rectilignes (47).

II.

Du calcul des Triangles sphériques rectangles.

144. Dans le calcul des triangles sphériques, ceux qui sont rectangles ont leurs regles ou proportions particulieres, qui sont plus abrégées & plus commodes dans la pratique, que celles des triangles obliquangles. Les voici.

145. Pour résoudre par le calcul toutes sortes de triangles rectangles, il faut poser *A* à l'angle droit, *B* & *C* indifféremment aux deux autres angles, puis faire les regles de proportion indiquées dans la Table suivante, où *R* signifie le Rayon ou sinus total, *sin* le sinus, *cos* le cosinus ou sinus de complément, *tang* la tangente, *cot* la cotangente, ou tangente de complément.



TABLE pour la ſolution de tous les cas poſſibles des Triangles ſphériques ABC, *rectangles en* A.

	Etant donnés	trouver	PROPORTIONS.	Cas auxquels ce qu'on cherche eſt moindre que de 90°.
31		BC	R. *coſ*AB :: *coſ*AC. *coſ*BC.	ſi AB & AC ſont de même eſpece
32	AB, AC	B	R. *ſin*AB :: *cot*AC. *cot*B.	ſi AC eſt moindre que de 90°.
33		C	R. *cot*AB :: *ſin*AC. *cot*C.	ſi AB eſt moindre que de 90°.
34		AC	*Coſ*AB. R :: *coſ*BC. *coſ*AC.	ſi BC & AB ſont de même eſpece
35	AB, BC	B	R. *tang*AB :: *cot* BC. *coſ*B.	ſi BC & AB ſont de même eſpece
36		C	*Sin*BC. *ſin*AB :: R. *ſin*C.	ſi AB eſt moindre que de 90°.
37		AC	R. *ſin*AB :: *tang*B. *tang*AC.	ſi B eſt moindre que de 90°.
38	AB, B	BC	R. *cot*AB :: *coſ*B. *cot*BC.	ſi AB & B ſont de même eſpece.
39		C	R. *coſ*AB :: *ſin*B. *coſ*C.	ſi AB eſt moindre que de 90°.
40		AC	R. *tang* AB :: *cot* C. *ſin* AC.	douteux.
41	AB, C	BC	*Sin*C. *ſin* AB :: R. *ſin*BC.	douteux.
42		B	*Coſ*AB. *coſ*C :: R. *ſin* B.	douteux.
43		AB	*Coſ*AC. *coſ*BC :: R. *coſ*AB.	ſi BC & AC ſont de même eſpece
44	AC, BC	B	*Sin*BC. *ſin*AC :: R. *ſin* B.	ſi AC eſt moindre que de 90°.
45		C	R. *tang* AC :: *cot*BC. *coſ*C.	ſi AC & AB ſont de même eſpece
46		AB	R. *tang* AC :: *cot* B. *ſin* AB.	douteux.
47	AC, B	BC	*Sin*B. *ſin*AC :: R. *ſin*BC.	douteux.
48		C	*Coſ* AC. *coſ*B :: R. *ſin* C.	douteux.
49		AB	R. *ſin* AC :: *tang*C. *tang*AB.	ſi C eſt moindre que de 90°.
50	AC, C	BC	R. *cot* AC :: *coſ*C. *cot* BC.	ſi AC & C ſont de même eſpece.
51		B	R. *coſ*AC :: *ſin*C. *coſ*B.	ſi AC eſt moindre que de 90°.
52		AB	R. *tang* BC :: *coſ*B. *tang*AB.	ſi BC & B ſont de même eſpece.
53	BC, B	AC	R. *ſin*BC :: *ſin* B. *ſin* AC.	ſi B eſt moindre que de 90°.
54		C	R. *coſ*BC :: *tang*B. *cot*C.	ſi BC eſt moindre que de 90°.
55		AB	R. *ſin* BC :: *ſin*C. *ſin*AB.	ſi C eſt moindre que de 90°.
56	BC, C	AC	R. *tang* BC :: *coſ*C. *tang*AC.	ſi BC & C ſont de même eſpece.
57		B	R. *coſ*BC :: *tang*C. *cot* B.	ſi BC & C ſont de même eſpece.
58		AB	*Sin* B. *coſ*C :: R. *coſ*AB.	ſi C eſt moindre que de 90°.
59	B, C	AC	*Sin*C. *coſ*B :: R. *coſ*AC.	ſi B eſt moindre que de 90°.
60		BC	R. *cot*B :: *cot*C. *coſ*BC.	ſi B & C ſont de même eſpece.

Remarques ſur l'uſage de cette Table.

146. L'uſage de cette Table eſt facile à comprendre, il ſuffit d'en expliquer la premiere ligne. Elle exprime qu'*étant donnés les deux côtés* AB *&* AC d'un triangle rectangle ſphérique, *pour en trouver l'hypothénuſe* BC, *il faut faire cette proportion : Comme le rayon, eſt au ſinus de complément du côté* AB ; *ainſi le ſinus de complément du côté* AC, *eſt au ſinus de complément de l'hypothénuſe* BC. Mais parce que les ſinus, coſinus, tangentes & cotangentes, n'appartiennent pas plus à des arcs moindres que de 90 degrés qu'à leurs ſuppléments, on a marqué dans la cinquieme colonne, que *ce qu'on cherche*, c'eſt-à-dire, BC dans

cet exemple, *est moindre que de 90 degrés*, *si* AB *&* AC *sont tous deux de la même espece*, c'est-à-dire, *ou tous deux plus grands*, *ou tous deux plus petits que de 90 degrés*. Et les cas qui sont marqués *douteux*, sont ceux auxquels les données ne suffisent pas pour déterminer, si ce qu'on cherche est plus grand ou plus petit que de 90 degrés. Ils sont très-rares dans la pratique de la Navigation, où l'on n'employe gueres que des arcs moindres que de 90 degrés.

III.

Solution de tous les cas possibles des Triangles obliquangles.

147. On peut proposer douze problêmes pour résoudre des triangles obliquangles, parmi lesquels il y en a huit qui demandent qu'on réduise le triangle donné en deux triangles rectangles par le moyen d'un arc mené d'un des angles perpendiculairement sur le côté opposé à cet angle. Or il peut arriver que cet arc perpendiculaire ne puisse rencontrer ce côté, à moins qu'on ne le prolonge au-delà de l'angle. Voici la regle par laquelle on connoîtra que cela doit arriver.

148. *Si deux angles d'un triangle sphérique sont l'un obtus & l'autre aigu, l'arc mené du troisieme angle perpendiculairement sur le côté opposé, ne pourra tomber que sur son prolongement fait vers l'angle obtus.*

149. Pour mettre en pratique les regles suivantes, il ne faut jamais manquer à tracer une figure qui représente le triangle proposé tel qu'il est: il seroit à souhaiter que cela pût toujours se faire sur un globe : à son défaut on dessine le triangle en suivant à peu près les regles de la perspective; mais on ne peut se flatter de réussir dans les calculs de la Trigonométrie sphérique, à moins qu'on ne se soit exercé quelque temps à tracer sur le globe tous les cas des triangles qu'on va détailler; c'est pourquoi nous nous contenterons d'indiquer ces cas par des lettres, sans les appliquer à des figures particulieres, qu'il faut par conséquent que le Lecteur fasse lui-même sur une boule, avant que de s'accoutumer à les représenter sur le papier.

150. PROBLEME I. *Etant donnés deux angles, & un côté opposé à l'un des deux, trouver le côté opposé à l'autre.*

Mettez *A* à l'angle dont le côté opposé est connu, *B* à l'autre angle donné, & *C* au troisieme, & faites cette proportion,

$$Sin A : sin B :: sin BC : sin AC.$$

Le côté *AC* peut être plus ou moins grand que de 90 degrés, & il n'est pas déterminé par les donnés seuls.

151. PROBL. II. *Etant donnés deux angles & un côté opposé, trouver le troisieme angle.*

Mettez *A* à l'angle opposé au côté connu, *B* à l'autre angle connu, & *C* au troisieme qu'on cherche. Abaissez de *C* un arc perpendiculaire sur *AB*, & faites ces deux proportions,

R : *cof* B C :: *tang* B : *cot* B C D.

Cof B : *cof* BAC :: *fin* B C D : *fin* A C D.

Alors ſi *A* & *B* ſont de même eſpece, la ſomme des angles *B C D*, *A C D* ſera égale à l'angle *C* cherché ; mais ſi *A* & *B* ſont de différente eſpece, la différence des angles *B C D*, *A C D*, donne l'angle *C*.

152. PROBL. III. *Etant donnés deux angles & un côté oppoſé, trouver le côté compris entre les deux angles.*

Mettez *A* à l'angle oppoſé au côté donné, *B* à l'autre angle connu, & C au troiſieme, duquel abaiſſez la perpendiculaire *C D*, & faites ces deux proportions,

R : *cof* B :: *tang* B C : *tang* B D.

tang A : *tang* B :: *fin* B D : *fin* A D.

Si *A* & *B* ſont de même eſpece, $BD + AD = AB$; mais ſi *A* & *B* ſont de différente eſpece, la différence entre *B D* & *A D*, donne *A B*.

153. PROBL. IV. *Etant donnés deux angles & le côté compris, connoître un des deux autres côtés.*

Mettez *B* à l'angle oppoſé au côté cherché, C à l'autre angle donné, & *A* au troiſieme : menez de l'angle donné C au côté oppoſé l'arc perpendiculaire *CD*, & faites d'abord cette proportion,

R : *cof* B C :: *tang* B : *cot* B C D.

Prenez la ſomme ou la différence de l'angle *B C D*, & de l'angle donné *B C A*, ſelon la poſition de la perpendiculaire, & vous aurez l'angle *A C D*. Faites enſuite,

Cof B C D : *cof* A C D :: *cot* B C : *cot* A C.

Alors ſi l'angle *A C D* eſt de même eſpece que l'angle *B*, le côté *A C* eſt moindre que de 90 degrés. Si *A C D* & *B* ſont de différente eſpece, *A C* eſt plus grand que de 90 degrés.

154. PROBL. V. *Etant donnés deux angles & le côté compris, connoître le troiſieme angle.*

Mettez *B* & *C* aux deux angles connus, & *A* à celui qu'on cherche : abaiſſez de C la perpendiculaire *CD*, & faites d'abord,

R : *cof* B C :: *tang* B : *cot* B C D.

Prenez la ſomme ou la différence des angles *B C D* & *B C A*, ſelon la poſition de la perpendiculaire, & vous aurez *A C D*. Faites enſuite...

fin B C D : *fin* A C D :: *cof* B : *cof* A.

Alors ſi l'angle *B C D* eſt moindre que l'angle connu *B C A*, l'angle cherché *A* eſt de même eſpece que l'angle connu *B*. Si *B C D* eſt plus grand que *B C A*, alors *A* & *B* ſont de différente eſpece.

155. PROBL. VI. *Etant donnés deux côtés & un angle oppoſé, trouver l'angle oppoſé à l'autre côté.*

Mettez *A* à l'angle connu, *B* à l'angle formé par les deux côtés connus, & *C* au troiſieme. Faites enſuite,

fin B C : *fin* A B :: *fin* A : *fin* C.

L'angle *C* peut être aigu ou obtus, & il n'eſt pas déterminé par les données ſeules.

156. PROBL. VII. *Etant donnés deux côtés & un angle oppoſé, trouver le troiſieme côté.*

Mettez *B* à l'angle donné, *C* à l'angle oppoſé au côté cherché, & *A* au troiſieme angle. Abaiſſez de *C* l'arc perpendiculaire *CD*, & faites,

R : *tang*BC :: *coſ*B : *tang*BD.
*coſ*BC : *coſ*AC :: *coſ*BD : *coſ*AD.

Alors ſi *BC* & *AC* ſont de même eſpece, *BD* + *AD* = *AB*; ſinon *AB* eſt égal à la différence entre *BD* & *AD*.

157. PROBL. VIII. *Etant donnés deux côtés & un angle oppoſé, trouver l'angle compris par ces deux côtés.*

Mettez *B* à l'angle donné, *C* à l'angle cherché, & *A* au troiſieme: de l'angle cherché *C*, abaiſſez la perpendiculaire *CD*, & faites,

R : *coſ*BC :: *tang*B : *cot*BCD.
*cot*BC : *cot*AC :: *coſ*BCD : *coſ*ACD.

Alors ſi *AC* & *BC* ſont de même eſpece, *BCD* + *ACD* = *C*; ſinon l'angle cherché *C* eſt égal à la différence des angles trouvés *BCD*, *ACD*.

158. PROBL. IX. *Etant donnés deux côtés & l'angle compris, connoître un des deux autres angles.*

Mettez *B* à l'angle donné, *A* à l'angle cherché, & *C* au troiſieme. Abaiſſez de *C* la perpendiculaire *CD*, & faites,

R : *tang*BC :: *coſ*B : *tang*BD.

Prenez la ſomme ou la différence de *BD* & *AB*, ſelon le côté où tombe la perpendiculaire, & vous aurez *AD* : faites enſuite....

*ſin*AD : *ſin*BD :: *tang*B : *tang*A.

Selon que *AB* eſt plus ou moins grand que *BD*, l'angle *A* eſt de même ou de différente eſpece que l'angle *B*.

159. PROBL. X. *Etant donnés deux côtés & l'angle compris, trouver le troiſieme côté.*

Mettez *B* à l'angle connu, que *BC* ſoit le plus petit côté connu, & *BA* le plus grand : abaiſſez de *C* la perpendiculaire *CD*, qui tombera preſque toujours en-dedans du triangle, ſur-tout lorſque l'angle *B* ſera aigu, & faites,

R : *tang*BC :: *coſ*B : *tang*BD.

Otez *BD* de *BA* (ou ſi la perpendiculaire tomboit en-dehors du côté de *B*, il faudroit ajouter *BD* & *BA*; & ſi cette perpendiculaire tomboit en-dehors du côté de *A*, il faudroit ôter *BA* de *BD*) & vous aurez *AD*; faites donc....

*Coſin*BD : *coſ*AD :: *coſ*BC : *coſ*AC.

Selon que *AD* eſt de même ou de différente eſpece que *CD*, ou que l'angle *A*; le côté *AC* eſt plus ou moins grand que de 90 degrés.

160. PROBL. XI. *Etant donnés les trois côtés d'un triangle, en trouver un angle.*

Mettez *A* à l'angle cherché, *B* & *C* aux deux autres, & faites cette analogie :

Comme le produit des ſinus des côtés AB, AC,
Eſt au produit des ſinus des deux excès de la moitié de la ſomme des trois côtés ſur chacun des côtés AB, AC;

Ainsi le quarré du rayon,

Est au quarré du sinus de la moitié de l'angle A.

161. PROBL. XII. *Etant donnés les trois angles, trouver un côté quelconque.*

Que B C soit le côté cherché, *A* soit à l'angle opposé, faites cette analogie :

Comme le produit des sinus des angles B & C,

Est au produit des cosinus des deux excès de la moitié de la somme des trois angles sur chacun des deux angles B, C;

Ainsi le quarré du rayon,

Est au quarré du cosinus de la moitié du côté B C.

162. Ces deux dernieres proportions conduisent dans la pratique à la même regle que nous avons donnée pour les triangles rectilignes (44). Ainsi celle du n° 160, réduite en regle, doit s'énoncer de la sorte. *Prenez la somme des trois côtés : prenez-en la moitié : de cette moitié ôtez successivement les deux côtés qui renferment l'angle cherché. Ajoutez en une somme les logarithmes de sinus des deux restes de la caractéristique 20. Ajoutez en une somme les logarithmes de sinus des deux côtés qui renferment l'angle cherché, retranchez cette somme de la précédente, prenez la moitié du reste, ce sera le sinus de la moitié de l'angle cherché.*

CHAPITRE III.

De la construction de la Boussole & de son usage, pour reconnoître la direction que suit le Vaisseau.

I.

De la Pierre d'Aimant, & de la maniere de toucher les Aiguilles.

(Voyez les Figures 23, 24, 25 & 26.)

163. L'INVENTION de la Boussole a changé la face de la Navigation, & l'a rendue très-différente de celle des Anciens qui n'osoient gueres se hazarder en pleine Mer, ni s'exposer à perdre la terre de vue. Sa principale partie est une regle ou aiguille d'acier qu'on frotte, ou qu'on *touche* à

une pierre d'aimant; ce qui lui donne la propriété ſinguliere de ſe diriger à peu près vers le Nord & vers le Sud, ou d'indiquer à peu près la direction du Méridien. Pour cet effet, il faut qu'elle puiſſe tourner librement, ſoit ſur un pivot, ſoit qu'elle ſoit ſuſpendue par le milieu à un fil, ſoit qu'elle nage ſur un fluide en repos. Lorſqu'on ſuſpend la pierre d'aimant, ou qu'on la fait flotter librement ſur l'eau dans quelque vaſe, on s'apperçoit qu'elle a la même propriété; elle tourne juſqu'à ce que deux de ſes points ſe préſentent, l'un vers le Nord & l'autre vers le Sud.

164. On a remarqué, 1°, que l'aiguille aimantée, après avoir tourné librement, ne prenoit qu'à peu près la direction Nord & Sud; c'eſt-à-dire, que la direction qu'elle prend, fait toujours quelque angle avec la ligne méridienne. On appelle cet angle *la déclinaiſon* de l'aiguille, & plus communément ſur Mer, *la variation*. 2°. Que dans un même lieu la variation de toutes les aiguilles étoit ſenſiblement la même pendant une année; mais cependant qu'elle changeoit, de ſorte qu'après quelques années elle étoit très-différente de ce qu'elle étoit auparavant. 3°. Que dans la même année, la variation étoit très-différente dans les lieux différents, de ſorte qu'il y a plus ou moins de variation dans la même aiguille, ſelon qu'on la tranſporte dans différents pays.

165. La ligne dans laquelle s'arrête une aiguille placée librement ſur un pivot, s'appelle *un Méridien magnétique*. Ainſi la variation eſt l'angle entre le Méridien magnétique & le Méridien véritable.

166. 4°. On a remarqué encore que, ſi avant que d'aimanter une aiguille, on la met en équilibre & de niveau ſur un pivot, auſſi-tôt qu'on l'a aimantée, elle perd ſon niveau, & s'incline plus ou moins vers l'Horizon, ſelon la poſition de l'aiguille à l'égard du Méridien magnétique, & ſelon les différents lieux de la Terre où l'on tranſporte cette aiguille; cette propriété s'appelle *l'inclinaiſon* de l'aiguille aimantée. Cette inclinaiſon, dans un même lieu, eſt la plus petite lorſque l'aiguille eſt dans le plan du Méridien magnétique; & elle eſt de 90 degrés, ou, ce qui eſt le même, l'aiguille ſe tient perpendiculaire à l'Horizon, quand elle eſt dans un plan perpendiculaire au Méridien magnétique. L'inclinaiſon rendroit l'uſage des aiguilles fort incommode & trop incertain ſur Mer, ſi on n'avoit trouvé le moyen de

a détruire avant que d'aimanter l'aiguille : on l'expliquera dans la ſuite.

167. Ce n'eſt pas ici le lieu d'expliquer ces effets : nous nous bornerons à dire qu'on peut ſoupçonner qu'il y a un torrent de matiere inviſible & très-ſubtile qui, ſortant en grande abondance hors de la Terre de quelque endroit voiſin d'un des Poles, ſe répand de tous côtés, circule en décrivant des eſpeces de demi-cercles autour de la Terre, qui s'en trouve toute enveloppée comme d'un tourbillon, tend vers un autre endroit voiſin du Pole oppoſé, rentre en cet endroit dans l'intérieur de la Terre, pour en reſortir par l'autre, comme on l'a dit, & pour continuer de circuler de la même maniere. Cette matiere magnétique rencontrant ſur ſa route l'aimant & les aiguilles qui en ont été frottées, a aſſez de force pour les obliger de ſe mettre dans la ligne du mouvement qu'elle ſuit. Chaque pierre d'aimant a un tourbillon de matiere magnétique comme la Terre, ce qu'on reconnoît aiſément en répandant de la limaille de fer autour d'un aimant, & en agitant un peu cette limaille pour favoriſer ſon arrangement. Ainſi la Terre elle-même eſt un gros aimant, qui a les propriétés de chaque pierre d'aimant. Les points d'iſſue & de rentrée du tourbillon magnétique s'appellent les Poles magnétiques de la Terre, & la direction que ſuit la matiere en circulant eſt celle du méridien magnétique.

168. On donne le nom de Poles aux deux points oppoſés de l'aimant, qui affectent de ſe tourner vers le Nord & vers le Sud, ce ſont les points d'où ſort & où aboutit la matiere qui fait le tourbillon magnétique. Le Pole Nord d'un aimant attire le Pole Sud d'une autre pierre, & il repouſſe le Pole Nord. Si on a pluſieurs aimants, & qu'on les mette de ſuite, ils s'attacheront toujours par les Poles de différents noms, ou par ceux qui tendent à ſe diriger par rapport à la Terre vers des côtés oppoſés. On augmente beaucoup la force de ces deux points par le moyen de l'armure qu'on y joint. Ce ſont deux platines d'acier qui enveloppent en partie les deux extrémités de la pierre, & qui ſe terminent en bas par des eſpeces de boutons. La matiere magnétique qui circule autour de la Terre, & dans l'aimant, s'y porte naturellement, en y coulant comme dans deux canaux ; & ſouvent la force en devient 50 ou 60 fois plus grande.

169. La *Figure* 23 repréſente une de ces pierres, qui eſt armée. Pour diſtinguer les Poles *A* & *B* de tous les autres points, on applique ſur l'aimant un petit tronçon d'aiguille à coudre. Ce morceau d'aiguille ſe met parallelement à la ſurface de la pierre, ou bien il s'incline, tant qu'on ne l'applique pas à l'un ou à l'autre Pole ; mais ſi on le poſe ſur un de ces deux points, il s'éleve perpendiculairement. Les deux armures doivent être de bon acier ; on les attache à l'aimant par une eſpece de ceinture *A B*, qui fait le tour de la pierre, & qu'on peut faire de toute ſorte de métal, pourvu que ce ne ſoit pas de fer. Si on ſe ſervoit de fer ou d'acier, la matiere magnétique qui entre dans l'aimant & qui en ſort, ne paſſeroit preſque plus par les boutons *D* & *F* ; elle s'en détourneroit pour circuler continuellement dans la ceinture même. Fig. 23.

170. La forme des aiguilles qu'on veut aimanter, & qui doivent indi-

quer aux Marins le Nord & le Sud, n'eſt point indifférente. On les fait encore quelquefois en parallélogramme, ou en loſange de tole qu'on
Fig. 24. évide par le milieu, comme le repréſente la *Figure* 24, ou bien on forme ce loſange avec du fil de fer. Cependant la matiere ſubtile ou magnétique qui circule d'un Pole à l'autre de la Terre, ne peut pas ſuivre les côtés de ces figures, ſans s'écarter de ſa direction naturelle; ce qui fait que ces aiguilles ont peu de vivacité ou peu de vertu. Outre cela la direction du loſange dépend de l'équilibre qui ſe trouve entre les efforts particuliers que font les quatre côtés pour ſe mettre Nord & Sud, & cet équilibre ſe trouve altéré, lorſqu'un des côtés ſe rouille, pendant que les autres conſervent toute leur propriété. L'aiguille, pour être bonne, doit être toute ſimple. On la fait longue de 4 ou 5 pouces, elle doit ſe terminer en pointes par ſes deux extrémités comme
Fig. 25. dans la *Figure* 25; on lui donne une demi-ligne ou trois quarts de ligne d'épaiſſeur, & deux ou trois lignes de largeur par le milieu, afin d'y pouvoir appliquer la chape C. Lorſqu'on a une forte pierre d'aimant, on peut rendre les aiguilles qu'on y touche plus épaiſſes & moins pointues. La *chape* C eſt un petit morceau de laiton ou d'agathe creuſé par deſſous. L'aiguille eſt percée dans ce même endroit; & le pivot ſur lequel poſe la chape, ſoutient l'aiguille, & lui donne la liberté de tourner.

I I.

Méthode de toucher ou d'aimanter les aiguilles de Bouſſole.

171. On aimante plus parfaitement l'aiguille, ou on la touche mieux, lorſqu'on a deux bons aimants. Après qu'on a bien limé & poli l'aiguille, on la poſe ſur une table; on applique le bouton de l'armure d'un des aimants proche le milieu, on le fait gliſſer vers la pointe de l'aiguille, en appuyant un peu fortement, & on fait la même choſe en même temps de l'autre côté avec l'autre aimant, en ſe ſervant de l'autre Pole. On peut ſe ſervir auſſi d'une ſeule pierre; & c'eſt même la maniere qui eſt le plus en uſage. Après avoir fait gliſſer, trois ou quatre fois de ſuite, un des boutons de l'armure depuis la chape de l'aiguille juſques à 7 ou 8 pouces de diſtance au-delà d'un même bout de l'aiguille, on fait gliſſer l'autre bouton autant de fois & de la même maniere depuis la chape juſques à 7 ou 8 pouces de diſtance au-delà de l'autre bout.

172. L'aiguille ainſi frottée ou touchée doit enſuite perdre ſon équilibre ſur ſon pivot (166): mais on le lui rend en limant ou en uſant à pluſieurs repriſes, & petit à petit, un peu de la partie de l'aiguille qui paroît plus peſante, puis en la retouchant de la même maniere, juſqu'à ce qu'elle reſte enfin bien de niveau ſur ſon pivot.

173. On ſupplée aux aimants naturels par des aimants artificiels; ce ſont quelquefois de ſimples morceaux d'acier bien trempé, qu'on a

fortement aimantés, & on s'en ſert comme d'aimants. C'eſt toujours le Pole qui ſe tourne vers le Sud, qui ſert à aimanter l'extrémité de l'aiguille qu'on deſtine à marquer le Nord; & l'autre Pole ſert à aimanter l'autre extrémité.

174. La maniere de faire les aimants artificiels ayant été extrêmement perfectionnée, il ſemble que les Pilotes qui font de longs voyages, devroient maintenant ſe munir de ces aimants qui coûteroient peu, ſi l'on en faiſoit plus d'uſage. Il ſeroit bon d'en avoir quatre, qu'on conſervât dans deux étuis différents qui en continſſent chacun deux: ces aimants ſont des barres d'acier bien trempé, longues chacune de 9 ou 10 pouces, ſur 4 ou 5 lignes de largeur, & 2 ou 3 lignes d'épaiſſeur. On les met à côté l'une de l'autre en ſens contraire, comme *NS* & *SN* (*Fig.* 26) en les ſéparant par un morceau de bois qu'on met entre deux, afin qu'elles ne ſe touchent jamais par les côtés, & on applique outre cela deux morceaux *AB* & *CD* d'un fer doux & non trempé ſur leurs deux extrémités, afin de procurer la communication de la matiere magnétique. Ces aimants doivent être arrangés de cette ſorte dans leur étui; ils conſervent par cette diſpoſition incomparablement mieux leur force, parce que la matiere dont dépend leur vertu, a enſuite un cours réglé qui la fait continuellement paſſer d'une barre *NS* à l'autre *SN*, par la voie que fourniſſent les deux *Contacts* *AB* & *CD*; ce qui l'empêche de ſe diſſiper en ſe mêlant avec celle qui circule autour de la Terre. Fig. 26.

175. L'avantage qu'il y auroit à avoir encore deux autres barres ſemblables, renfermées dans un ſecond étui, comme nous le conſeille M. Duhamel, conſiſte en ce qu'on ſe ſerviroit des unes pour renouveller réciproquement la vertu des autres, ou pour les abreuver, pour ainſi dire, d'une plus grande quantité de matiere magnétique *. On en diſpoſeroit deux ſur une table préciſément comme elles étoient placées dans leur étui, en joignant auſſi les deux petits morceaux de fer doux aux extrémités pour achever le rectangle: on prendroit enſuite les deux autres barres: on les appuyeroit par le bout vers le milieu d'une des barres *NS*, en les inclinant preſque tout-à-fait en-dehors, & on les feroit gliſſer en ſens contraires ou en les écartant, juſqu'à venir toucher les points marqués *N* & *S* de la même barre, en obſervant toujours que ce ſoient les extrémités de différents noms qui ſe touchent. On feroit la même choſe ſur l'autre barre *SN*, après avoir changé de bout les deux barres qu'on fait mouvoir. On répéteroit l'opération une quinzaine de fois, & on feroit la même choſe ſur l'autre face des barres *NS* & *SN* qu'on auroit renverſées. Ces deux dernieres barres ſe trouvant enſuite chargées d'une plus grande quantité de matiere magnétique, ſerviroient à leur tour à augmenter la force des deux autres; & lorſqu'on voudroit aimanter une aiguille de Bouſſole, on ſe ſerviroit de deux de ces barres, comme lorſqu'on veut augmenter la vertu magnétique d'une des barres de la *Fig.* 26.

* Voy. le Traité des Aimants artific. imprimé à Paris chez Guerin, 1752.

176. On aimantera encore mieux les aiguilles de Bouſſole, lorſqu'on en aura deux de la même grandeur. On les placera ſur une table à côté l'une de l'autre, en laiſſant entr'elles un intervalle comme d'un pouce; on ſera attentif de les poſer en ſens contraire, & on mettra à leurs extrêmités les deux *Contacts* ou morceaux de fer doux, afin de former un rectangle ou un quarré long autour duquel la matiere magnétique puiſſe circuler pendant *la Touche*. On appliquera enſuite ſur le milieu d'une des aiguilles les extrémités oppoſées des deux barres d'acier qui ſervent d'aimants; on inclinera, comme nous l'avons dit, ces deux barres en-dehors, & on les écartera enſuite tout doucement l'une de l'autre, mais en peſant ſur l'aiguille, & en faiſant gliſſer ces barres depuis le milieu de l'aiguille juſqu'à ſes extrémités. On répétera la même choſe pluſieurs fois; on fera après cela la même opération ſur l'autre aiguille, en changeant les deux barres de bout, & il ſera avantageux de repaſſer pluſieurs fois d'une aiguille à l'autre. Tout après cela ſera fini, les deux aiguilles ſeront aimantées; mais pour leur donner autant de force qu'il eſt poſſible, il faudra les renverſer & les aimanter encore ſur les deux autres faces.

Méthode de faire les Aimants artificiels.

177. Il peut devenir quelquefois utile aux Marins de pouvoir former des aimants artificiels: il ſuffit pour cela qu'on ait un aimant foible, on peut même abſolument s'en paſſer, comme on va le voir expliqué. Nous avons dit que le Globe terreſtre, qui avoit beaucoup de rapport à un gros aimant, étoit environné d'un tourbillon de matiere magnétique, ou de cette matiere ſubtile qui agit ſur les aiguilles de nos Bouſſoles, en les obligeant de ſe mettre à peu près Nord & Sud. Le courant de la matiere magnétique ne ſe fait pas parallélement à la ſurface de la Terre: il n'a cette direction à peu près que vers le milieu de la Zone Torride; mais lorſqu'on avance un peu conſidérablement vers l'un ou l'autre Pole, on s'apperçoit que la matiere magnétique entre dans la Terre, ou en ſort, en ſuivant les lignes preſque à plomb. C'eſt ce qu'on reconnoîtroit par nos aiguilles de Bouſſoles ordinaires, ſi elles étoient ſuſpendues d'une autre maniere, & qu'elles euſſent une parfaite liberté de s'abaiſſer par une extrémité, & de s'élever par l'autre. Si l'on veut prendre une notion plus parfaite de la direction que ſuit la matiere magnétique, il n'y a, comme nous le diſions, qu'à appliquer ſur une pierre d'aimant qui n'eſt point armée, pluſieurs tronçons d'aiguilles dont on ſe ſert pour coudre: la ſituation qu'ils prendront, repréſentera la direction que ſuit la matiere magnétique en circulant autour de la Terre. Il doit néanmoins ſe trouver quelque différence; parce que la pierre d'aimant ne ſera pas parfaitement homogène, elle ne ſera pas toute formée de parties également magnétiques: & d'un autre côté le Globe terreſtre eſt auſſi formé d'un grand nombre de parties de différentes natures.

178. Cela ſuppoſé, on prendra une barre de fer de 5 à 6 pieds de longueur, ou même plus courte; on la diſpoſera à peu près ſelon le Méridien & l'inclinaiſon magnétiques. Si on eſt vers le milieu de la Zone Torride, on la mettra parallélement à l'Horizon, & à peu près Nord & Sud : mais ſi on étoit par une grande latitude ; ſi on eſt, par exemple, éloigné de l'Equateur de 50 ou 60 degrés, on placera la barre de fer preſque à plomb, en la panchant néanmoins un peu, comme de 8 ou 10 degrés par en-haut vers l'Equateur, ou vers le côté qui répond au Soleil à midi. On attachera le long de cette barre de fer au milieu, avec deux cordons, une petite barre d'acier de 8 à 9 pouces de longueur, qu'on aura eu le ſoin de bien équarrir avec la lime, & de tremper. On prendra enſuite une autre barre de fer d'environ 2 pieds de longueur; & on ſe ſervira par préférence de quelqu'un de ces inſtruments dont on ſe ſert dans les cheminées pour attiſer le feu, parce qu'ils ſont déja pour l'ordinaire un peu aimantés. Je ſuppoſe qu'on emploie les pincettes : on les couchera preſque ſur la premiere barre de fer, en appliquant leur extrémité inférieure ſur le bout d'en-bas du petit barreau d'acier; on les fera gliſſer dans cette ſituation tout le long du barreau, en les appuyant avec aſſez de force ; & on répétera la friction juſqu'à deux ou trois cents fois, en la faiſant toujours dans le même ſens, c'eſt-à-dire en montant, ſi l'on eſt dans les Zones tempérées. On renverſera enſuite le petit barreau d'acier, pour mettre en-deſſus la face qui étoit en-deſſous ; & on recommencera d'autres frictions, en obſervant les mêmes précautions que les premieres fois. Le petit barreau ſe trouvera après cela aſſez conſidérablement aimanté; on aimantera de la même maniere un ſecond barreau, un troiſieme & un quatrieme ; & on leur donnera enfin une nouvelle force en les aimantant les uns par le moyen des autres, après les avoir accouplés ſucceſſivement par des contacts ou morceaux de fer doux, comme nous l'avons expliqué plus haut.

III.

De la Roſe de la Bouſſole & de ſa diviſion en Airs ou Rumbs de vent.

(Voyez la Figure 30.)

179. L'aiguille étant aimantée, on la ſuſpend ſur un pivot dans une boîte qu'on a le ſoin de couvrir d'une glace, & le tout forme la Bouſſole. L'inſtrument eſt néanmoins preſque toujours plus compoſé lorſqu'on le deſtine à l'uſage de la Marine. L'agitation du Vaiſſeau, étant quelquefois fort grande, on ſe trouve obligé de munir la Bouſſole d'une double boîte. Celle de dedans eſt ſoutenue au milieu d'un

Fig. 30. ou de deux *balanciers* ou quadres de cuivre, qui ſont l'un dans l'autre, & qui ſe placent horizontalement, en portant ſur de petits boulons, comme dans les lampes de Cardan. Nous avons le ſoin d'avertir expreſſément que les balanciers doivent être de cuivre; car il faut qu'il n'entre abſolument aucun autre fer que l'aiguille aimantée, dans la conſtruction des Bouſſoles; & on ne ſauroit auſſi pouſſer l'attention trop loin pour exclure la plus petite partie de ce dernier métal du voiſinage de ces inſtruments. Une aiguille toute ſimple ſeroit preſque toujours trop ſujette à vaciller; outre cela il ne ſuffit pas de connoître le Nord & le Sud, on a beſoin en Mer de connoître un plus grand nombre de différentes directions. C'eſt pourquoi on charge l'aiguille d'un carton très-léger, ou plutôt d'un morceau de talc taillé en rond, & collé entre deux morceaux de papier; & on trace deſſus une *Roſe des vents*, qui eſt un cercle diviſé en 32 parties égales par des rayons qu'on nomme *Rumbs* ou *Airs de vent*.

180. Le Nord eſt indiqué par une fleur-de-lys qui doit répondre ſur l'extrémité de l'aiguille. Une autre ligne eſt perpendiculaire à la ligne Nord & Sud; elle indique d'un côté l'Orient ou le Levant, & de l'autre l'Occident ou le Couchant. On lui donne dans la Marine le nom de Ligne *Eſt* & *Oueſt*. On nomme Eſt l'Orient, & Oueſt l'Occident. Ces quatre directions Nord, Sud, Eſt & Oueſt, qui partagent la Bouſſole, & même l'Horizon en quatre parties égales, ſont regardées comme principales; on les nomme les Vents *Cardinaux*, & ils communiquent leurs noms à tous les autres.

181. L'air de vent, qui eſt exactement entre le Nord & l'Eſt, emprunte ſon nom de ces deux premiers; il ſe nomme Nord-Eſt. On a de même le Sud-Eſt entre le Sud & l'Eſt; le Sud-Oueſt entre le Sud & l'Oueſt; le Nord-Oueſt entre le Nord & l'Oueſt. L'Horizon ou le tour de la Bouſſole ſe trouve de cette ſorte diviſé en huit parties égales, qui ſont chacune de 45 degrés. On les partage derechef par la moitié; & on donne encore aux airs ou rumbs de vent moyens les noms des deux entre leſquels ils ſe trouvent, en obſer-

vant d'employer toujours ceux des quatre cardinaux les premiers. On a donc le Nord Nord-Eſt, l'Eſt Nord-Eſt, l'Eſt Sud-Eſt, le Sud Sud-Eſt, le Sud Sud-Oueſt, l'Oueſt Sud-Oueſt, l'Oueſt Nord-Oueſt, & le Nord Nord-Oueſt. Fig. 30.

182. La Bouſſole ſe trouve alors diviſée en 16 parties, qui ſont chacune de 22° 30′. On les ſubdiviſe encore en les partageant par la moitié; mais afin d'abréger un peu les noms, on ſuit, en nommant les nouvelles directions, une méthode un peu différente de la premiere. L'air de vent qui eſt entre le Nord & le Nord Nord-Eſt, ſe nomme le Nord quart de Nord-Eſt; parce qu'il eſt auprès du Nord, mais qu'il marque le quart de la diſtance du Nord au Nord-Eſt. Cet air de vent eſt preſque le Nord, mais il avance d'un quart vers le Nord-Eſt. On a de l'autre côté du Nord, le Nord quart de Nord-Oueſt, c'eſt-à-dire le Nord qui avance un quart vers le Nord-Oueſt. On forme le nom de tous les autres quarts de la même maniere. La *Figure* 30 les repréſente avec tous les autres rumbs. Nous les avons marqués par leurs lettres initiales, comme on le fait ordinairement dans la Marine : au lieu de Nord quart de Nord-Eſt, on écrit $N\frac{1}{4}NE$.

IV.

Des différentes ſortes de Bouſſoles, & de leurs uſages.

(Voyez la Figure 35.)

183. On nomme *Compas de route*, les Bouſſoles dont on ſe ſert pour diriger *le cap* ou la proue du Navire, du côté vers lequel on veut aller. Ces Bouſſoles ſont renfermées dans l'*Habitacle* qui eſt une eſpece d'armoire ouverte, ſituée ſelon la largeur du Vaiſſeau, ou perpendiculairement à la longueur de la quille. La boîte de la Bouſſole eſt parfaitement quarrée, ce qui fait qu'en examinant la ſituation de la roſe, par rapport à la boîte, ou par rapport à l'habitacle, on ſait, ſans être obligé de porter la vue plus loin, où eſt le cap du Navire, c'eſt-à-dire, comment le Navire eſt dirigé.

Fig. 35. 184. On a d'autres Bouſſoles qui ſervent à *relever* les objets éloignés, ou à reconnoître l'air de vent auquel ils répondent ; & on nomme ces Bouſſoles *Compas de variation*, à cauſe d'un autre uſage qu'elles ont, & dont nous parlerons dans un moment. Nous avons repréſenté une des ces Bouſſoles dans la *Fig.* 35. On y voit deux pinnules *A* & *B* par leſquelles on viſe aux objets dont on veut ſavoir la direction. Cet inſtrument eſt ſujet à une aſſez grande incommodité ; car il exige toujours en Mer pour ſon uſage, le concours de deux Obſervateurs. Si l'on étoit à Terre, on pourroit, après avoir viſé à l'objet par les deux pinnules *A* & *B*, examiner tout à loiſir quelle eſt la direction *A B* ſur la Bouſſole. Mais en Mer la choſe ne peut pas ſe pratiquer, à cauſe du mouvement continuel du Vaiſſeau : il faut néceſſairement pendant qu'un Obſervateur pointe à l'objet, qu'un autre examine la ſituation de la ligne *AB*. Cet aſſujétiſſement eſt non-ſeulement pénible, il peut nuire à l'exactitude de l'obſervation, parce qu'il peut arriver que les deux Obſervateurs ne s'accordent pas à ſaiſir le même inſtant.

185. Ce n'eſt pas abſolument la direction de la ligne *AB* que le ſecond Obſervateur ſe charge d'examiner ; il gêneroit trop l'autre Obſervateur. Il y a un fil tendu de *D* en *E* perpendiculairement à *A B*, & c'eſt à la ſituation de ce fil que le ſecond Obſervateur eſt attentif. S'il eſt queſtion, par exemple, d'obſerver combien il s'en faut que le Soleil ne ſe leve au point précis de l'Eſt de la Bouſſole, le ſecond Obſervateur examine combien le fil *ED* differe de la ligne Nord & Sud. Si le Soleil ſe levoit exactement à l'Eſt, la ligne Nord & Sud de la Bouſſole tomberoit préciſément ſur *D E* ; mais ſi l'Eſt de la Bouſſole s'écarte du Soleil de 10 à 12 degrés, la fleur-de-lys ou le Nord s'écartera de la même quantité, du fil *D E*. Ainſi lorſqu'on dirige la ligne *A B* ſur l'objet, & qu'on veut ſavoir à quelle diſtance cet objet répond de l'Eſt ou de l'Oueſt, on peut, ſans crainte de ſe tromper, examiner la ſituation de *D E* par rapport à la ligne Nord & Sud ; mais, comme nous l'avons dit, l'obſervation a ſes difficultés.

Deſcription

Deſcription d'un nouveau Compas de variation.

(Voyez les Figures 32 & 34.)

186. On pourroit, à ce que je crois, donner aux Compas de varia-ion une autre forme, ſavoir celle que j'ai repréſentée dans les *Figures* 2 & 34. La boîte intérieure *AEDB* eſt quarrée comme à l'ordi-aire; mais elle eſt couverte de deux glaces ou plutôt de quatre qui orment en-deſſus comme un toît, & qui ſont jointes en haut par des lombs garnis de maſtic. Je tends en travers, ſur ce toît de verre, un il *AFB* depuis le point *A* juſqu'au point *B*; en faiſant enſorte qu'il éponde bien exactement au deſſus du centre *C* de la roſe. De plus je lace en *AH* un petit miroir auquel je donne une ſituation inclinée e 30 ou 40 degrés par rapport à l'Horizon. On pourroit le faire ſortir n partie de la boîte intérieure, ou donner en cet endroit une petite aillie à la boîte pour le contenir. Il eſt ſeulement eſſentiel que ce etit miroir vienne toucher preſque au bord de la roſe; & une autre ondition qui n'eſt pas moins importante, c'eſt qu'il faut qu'il ne ſoit ncliné ni vers la droite ni vers la gauche.

187. Pour s'aſſurer s'il a exactement la ſituation néceſſaire, il n'y a u'à ſe placer de l'autre côté de la Bouſſole, & voir, en fermant un œil, ſi l'image du fil *FB* dans le miroir, ſe trouve cachée par le fil ême, pendant que ce fil paroît paſſer par le centre de la roſe. Il ſera acile en Mer de rétablir, par le moyen de quelques vis, la ſituation u miroir, ſuppoſé qu'il l'ait perdue par quelque accident. Une der-iere précaution qui ſera encore néceſſaire, c'eſt d'attacher en quel-ue endroit des côtés de la boîte en dedans, une branche de reſſort de uivre qui vienne preſque ſe repoſer ſur la chape *C*; afin que l'agitation u Vaiſſeau ne puiſſe pas faire ſortir la roſe de deſſus ſon pivot.

188. L'uſage de ce compas ſera fort ſimple. Suppoſé que le Soleil oit à une certaine hauteur, & qu'on veuille ſavoir à quel rumb de ent de la Bouſſole il répond; on appuyera, pour plus de facilité, le Compas ſur quelques corps mous : on le tournera enſuite vers le So-eil, en faiſant enſorte que l'ombre du fil *FB* tombe ſur le centre de la ouſſole, & on examinera en même temps la direction de l'ombre. i le Soleil eſt à l'Horizon, & qu'il ne faſſe pas d'ombre, ou ſuppoſé u'il s'agiſſe de ſavoir à quel rumb paroît un Navire éloigné, ou un Cap, on dirigera le Compas de la même maniere; mais dans ce cas on egardera l'objet dans le miroir; on coupera ſon image par celle du fil *B*, & on verra du même coup d'œil ſur la roſe en *H* le nombre de egrés, ou le rumb qui répond à ce point. Si c'eſt le *SSO*, ce ſera une arque que l'objet répond au *NNE* ou au *N* 22° 30′ vers l'*E*.

Mesurer avec le Compas de variation l'Angle que fait la route du Navire avec la Quille.

(Voyez la Figure 31.)

189. Le Compas de variation sert à reconnoître la route effective qu'on suit pendant la Navigation, ou à la distinguer de la situation qu'a la quille ou la longueur du Navire. Les Boussoles qui sont dans l'habitacle, ne font connoître que le rumb auquel on présente la proue; mais lorsque le vent n'est pas absolument favorable, & que les voiles sont orientées obliquement, le Navire est poussé de côté; & alors il s'en faut beaucoup qu'il ne suive dans son mouvement la direction de sa quille. On nomme *Dérive* cet écart, ou l'angle que fait la vraie route avec la ligne de la longueur du Vaisseau. Quelquefois cet angle est de plus de 20 ou 25 degrés; c'est-à-dire, que le Navire, au lieu de marcher sur le prolongement de sa quille, suit une direction différente de cette même quantité. Heureusement le Vaisseau, en fendant la Mer avec force, laisse toujours derriere lui une trace qui subsiste très-long-temps : il suffit donc de prendre cette ligne pour la vraie route, & d'observer son gissement sur le Compas de variation.

190. Si *AB* (*Fig.* 31.) représente un Vaisseau dont *A* soit la poupe, & *B* la proue, & que la voile *ED*, au lieu d'être située perpendiculairement à la quille, soit orientée obliquement, afin de recevoir le vent qui vient de côté, & qui la frappe selon la direction *VC*, le Navire sera poussé par le vent, non-seulement selon sa longueur de *C* vers *G*, mais il le sera aussi de côté & vers la partie opposée au vent; de sorte qu'il suivra la route *CF*, qui fait un angle avec la direction du vent. Comme le Navire doit trouver beaucoup plus de difficulté à fendre l'eau par le flanc que par la proue, il est soutenu en grande partie par la résistance que fait l'eau de la Mer, sur laquelle son flanc se trouve comme appuyé; il présente la proue au vent, il gagne par sa marche contre le vent, ou pour nous expliquer autrement, il remonte vers

l'origine du vent. On jouiroit encore plus parfaitement de cet avantage singulier, si le Navire ne fendoit du tout point l'eau par le côté, & qu'il ne fût sujet à aucune dérive. Il faut donc que le Pilote en observe la quantité exacte ou la grandeur de l'angle *BCF*; mais il le peut aisément avec la Boussole ou plutôt avec le Compas de variation, puisque la trace *CG* que forme l'eau agitée par le mouvement du Navire, est en ligne droite avec la route *CF*. On expliquera dans le Livre IV l'usage de cette observation. Fig. 31.

V.

De la Déclinaison ou Variation de la Boussole.

191. On est encore obligé d'avoir une attention importante, lorsqu'on veut connoître la route que suit le Navire : il faut avoir continuellement égard à la déclinaison ou à la variation de la Boussole, laquelle est quelquefois extrêmement grande. Elle est actuellement sur les côtes de Hollande de 18 à 20 degrés, & elle est environ deux fois plus grande vers la Baye d'Hudson dans le Nord de l'Amérique.

192. Lorsque la fleur-de-lys de l'aiguille s'éloigne du vrai Méridien du côté de l'Orient, quoique ce ne soit que de quelques degrés, on dit que la variation est Nord-Est; & elle est Nord-Ouest, si l'aiguille s'écarte du Méridien du côté de l'Ouest ou du Couchant.

Il faut se ressouvenir que cette variation (164) est commune à toutes les Boussoles dans le même endroit; ainsi elle dépend d'une cause générale, & sans doute de ce que les Poles magnétiques de la Terre sont différents des vrais Poles terrestres, ou de ceux qui sont éloignés de l'Equateur de 90 deg. Il faut même que ces Poles magnétiques de la Terre soient sujets à changer, puisque la variation de la Boussole diminue ou augmente d'une année à l'autre, dans presque tous les Pays.

193. Il n'est pas difficile d'avoir égard à la variation de la Boussole. Lorsqu'on la connoît, elle cesse d'être une source d'erreur. On croyoit, par exemple, suivre le Méridien, en

fe réglant fur la Bouffole ; mais elle étoit fujette à une déclinaifon ou variation *NE* de 11° 15′ ; il eft évident qu'au lieu de courir au Nord, on aura couru réellement au $N\frac{1}{4}NE$. Par la même raifon tous les rumbs de la Bouffole qui font du côté de l'*E*, fe feront éloignés du vrai Nord, & approchés du Sud ; ainfi au lieu de fuivre ou de *faire* le *NE*, on aura fait le $NE\frac{1}{4}E$; au lieu de faire l'*E*, on aura fait l'$E\frac{1}{4}SE$. Ce fera tout le contraire pour les rumbs de vent qui font du côté de l'Oueft : tous les points de la Bouffole qui font de ce côté-là fe font approchés du vrai Nord, & éloignés du Sud. Ainfi pendant qu'on croyoit faire l'Oueft en fe repofant fur la fidélité de la Bouffole, on faifoit effectivemen l'$O\frac{1}{4}NO$, & en croyant fuivre le $NO\frac{1}{4}O$, on fuivoit le *NO*.

194. Si la déclinaifon de la Bouffole étoit conftamment la même en chaque lieu, on pourroit imiter plufieurs Pilotes qui, au lieu d'obferver la variation dans le lieu où ils fe trouvent en Mer, fe contentent de confulter fur ce point les anciens journaux dont ils ont le foin de fe munir. Une auffi grande négligence eft extrêmement dangereufe : nous favons l'hiftoire des plus funeftes accidents arrivés dans la Manche, pour s'être malheureufement mis dans l'efprit que la variation de la Bouffole n'avoit pas changé depuis 20 ou 30 ans. On l'a vu augmenter par an de 18 ou 20 minutes du côté du *NO* fur les côtes de France, où elle eft actuellement de 17 à 18 degrés, tandis qu'il y a moins d'un fiecle qu'elle y étoit un peu *NE*. Son progrès n'eft pas régulier ; quelquefois l'aiguille a retourné un peu fur fes pas, & le changement n'a pas été le même par-tout. Il a été beaucoup moins grand dans l'Amérique Méridionale, où la variation eft actuellement *NE*.

Méthodes de découvrir la Variation de la Bouffole.

195. On a plufieurs moyens de trouver la variation, qui tous confiftent à comparer dans certaines occafions les directions que fournit la Bouffole avec les vraies directions qui

ſe rapportent aux Régions du Monde. Ce que l'on va expoſer ici n'eſt que pour donner une idée générale ; on entrera dans un plus grand détail dans le IVme Livre.

196. *Premiere Méthode.* Si l'on eſt à Terre, & ſi l'on décrit ſur un plan de niveau une ligne Méridienne de la maniere qui ſera enſeignée dans le IVme Livre, en appliquant les quatre faces de la boîte de la Bouſſole ſucceſſivement ſur cette Méridienne, on verra facilement de combien de degrés, & de quel côté la fleur-de-lys s'écartera des points cardinaux marqués ſur la roſe.

197. *Seconde Méthode.* L'Etoile du Nord ou l'Etoile polaire, dont nous avons parlé n°. 5, décrit un très-petit cercle autour du Pole : elle s'écarte un peu du Méridien à droit & à gauche ; mais elle paſſe deux fois par le Méridien dans chaque révolution de 24 heures, & dans ces deux inſtants elle répond exactement au vrai Nord. Ainſi il n'y a qu'à l'obſerver quand elle eſt préciſément au-deſſus ou au-deſſous du Pole, & voir ſi la fleur-de-lys du compas répond exactement au-deſſous. On ſe ſervira pour cela du compas de variation repréſenté dans les *Figures* 32 & 34. Si la fleur-de-lys de la Bouſſole, au lieu de répondre exactement ſous l'Etoile, répond un certain nombre de degrés vers l'Orient ou vers l'Occident, la variation ſera *NE* ou *NO*, & on en aura la quantité. Au reſte il n'eſt pas difficile de ſavoir quand il eſt temps d'obſerver l'Etoile polaire : cette Etoile eſt dans ce ſiecle-ci entre le Pole & une autre Etoile connue de tous les Marins ſous le nom de *Ceinture de Caſſiopée.* L'Etoile du Nord ſe trouve donc au-deſſus ou au-deſſous du Pole, toutes les fois qu'elle eſt elle-même au-deſſus ou au-deſſous de la Ceinture de Caſſiopée.

198. *Troiſieme Méthode.* On ſe ſert plus ordinairement en Mer du lever du Soleil ou de ſon coucher, pour découvrir la variation ; & on préfére l'obſervation du ſoir, parce qu'on a plus le temps de s'y préparer. On cherche par des calculs que nous aurons le ſoin d'expliquer, (voy. Liv. IV, Ch. VII.) à quelle diſtance le Soleil ſe leve ou ſe couche du vrai point de l'Orient, ou du vrai point de l'Occident, & on examine le matin ou le ſoir ſi l'Aſtre ſe leve ou ſe couche effectivement à cette diſtance de l'Eſt ou de l'Oueſt de la Bouſſole. Il ne faut de cette ſorte qu'une ſeule obſervation, & le Pilote n'aura beſoin d'être aidé de perſonne, s'il ſe ſert du compas de variation de la *Figure* 34.

CHAPITRE IV.

De la maniere de mesurer par le Loch ou par d'autres Instruments, le chemin que fait le Navire.

I.

Du Loch ordinaire, de la maniere de s'en servir & de le vérifier.

199. TOUS les moyens qu'on a employés jusqu'à présent pour mesurer la vîtesse du Navire ou son sillage, se rapportent à l'usage du *Loch* dont ils ne différent pas dans le fond. Le Loch n'est autre chose qu'un morceau de bois attaché à une longue ficelle. On laisse tomber de la poupe sous le vent le morceau de bois dans la Mer, où il sert comme de point fixe, à l'égard duquel on mesure le mouvement du Navire. Plus on fait de chemin, plus on est obligé de lâcher de ficelle; puisqu'on veut que le morceau de bois auquel elle est attachée, reste dans un parfait repos. La longueur de la ficelle étendue sur la surface de la Mer, marque donc la longueur du chemin que fait le Navire pendant la durée de l'expérience; & sachant le chemin parcouru pendant un intervalle de temps connu, on fait à proportion celui que le Navire fait pendant une heure entiere ou pendant un jour.

200. On donne le plus souvent la figure de triangle isocelle au morceau de bois: il a 6 à 7 pouces de hauteur, & on charge son côté d'en-bas qui est plus court, d'un peu de plomb, afin que le triangle entre presque entiérement dans l'eau, & se tienne verticalement ou perpendiculairement à l'Horizon. Il est nécessaire de lui faire prendre cette situation, afin qu'il soit plus stable, & qu'il donne moins de prise au vent. Il est attaché en haut par sa pointe; mais la

ficelle ſe diviſe à une certaine diſtance du morceau de bois en deux branches ; l'une eſt celle qui eſt fixée au haut du triangle, & l'autre vient ſe rendre au bas, & eſt retenue par une cheville qui a la liberté de ſe dégager, lorſqu'on fait un plus grand effort ſur la ficelle, & qu'on veut, après l'expérience, retirer le Loch à bord du Vaiſſeau.

201. Il n'eſt pas à propos que la cheville dont nous venons de parler, entre dans le bas même du triangle ; car étant tirée quelquefois trop obliquement, il pourroit arriver qu'elle ne ſe dégageât pas aſſez vîte, ce qui expoſeroit la ficelle à ſe rompre, lorſqu'on tire le Loch à ſoi. La cheville entre dans un petit morceau de bois, qui eſt lui-même attaché au bas du triangle par une portion de ficelle : de cette ſorte, le petit morceau de bois & la cheville tirés ſelon leur longueur, ſe ſéparent avec plus de facilité. Toute cette diſpoſition eſt cauſe que le triangle de bois, en ſe ſituant debout dans la Mer, offre pendant l'expérience une grande ſurface au choc de l'eau, & qu'il conſerve mieux ſa ſtabilité ; il ſuffit d'un autre côté, auſſi-tôt que l'expérience eſt finie, d'employer un peu de force, pour que la cheville, dont nous parlons, ſe dégage, & pour que le triangle approche du Navire en préſentant ſa pointe.

202. On ne fait durer ordinairement l'expérience que 30 ſecondes ou une demi-minute. Il eſt à propos que le Pilote ne perde point de vue le morceau de bois du Loch, afin qu'il ſe regle plus aiſément, en lâchant la ficelle qui doit être tendue, mais qui ne doit pas l'être trop. Cette ficelle fait un grand nombre de tours ſur une eſpece de dévidoir qu'on fait tourner plus ou moins vîte, ſelon que l'exige le mouvement plus ou moins rapide du ſillage. On ne fait pas commencer les 30 ſecondes que doit durer l'expérience, dans le même inſtant qu'on jette le morceau de bois à la Mer ; on attend qu'il ſoit éloigné de la poupe d'environ une longueur du Navire ; on veut qu'il ſoit tout-à-fait hors de cette eau extrêmement agitée que le Vaiſſeau laiſſe derriere lui, & qu'on nomme *le Remoux*. Il y a une marque ſur la ficelle pour terminer cette longueur ; & c'eſt lorſqu'on y

parvient qu'on commence à compter les 30 ſecondes, ou qu'on tourne le petit Sablier qui doit être d'une demi-minute.

203. La ficelle eſt diviſée en pluſieurs parties égales qu'on diſtingue par des *nœuds*, afin qu'on puiſſe les compter même pendant l'obſcurité de la nuit. On compte un nœud à la fin du premier eſpace, deux nœuds à la fin du ſecond, trois nœuds à la fin du troiſieme, &c; & chacun de ces eſpaces eſt exactement la 120me partie d'un tiers de lieue marine. Ainſi les *nœuds* ou eſpaces, que le Navire parcourt pendant l'expérience, répondent à autant de tiers de lieue parcourus dans une heure. Si le Navire ne fait qu'un eſpace ou deux eſpaces pendant la demi-minute, il fera 120 fois plus de chemin dans une heure, & ce ſera donc un tiers de lieue, ou deux tiers de lieue. Si on eſt obligé de *filer 9 ou 10 nœuds*, on ſaura de même qu'on fait 3 lieues par heure, ou 3 lieues & un tiers.

204. Nous avons ci-devant (N°. 29.) fixé le tiers de la lieue marine à 950 toiſes $\frac{1}{2}$ du Châtelet de Paris, ou à 5703 pieds-de-Roy. Si l'on en prend la 120me partie, il viendra 47 pieds & demi. Il faut donc donner cette longueur préciſe aux parties de la ficelle du Loch, ou aux intervalles qui ſéparent ſes nœuds; il faut vérifier de temps en temps ſi ces nœuds gardent la même diſtance, & en cas d'allongement ou d'accourciſſement de la ficelle, il faut la rectifier. Il eſt inconteſtable qu'on ne doit les rendre ni plus longs ni plus courts, lorſqu'on veut exprimer le ſillage du Navire en tiers de lieue, & ne faire durer l'expérience qu'une demi-minute. Toute autre longueur des parties de la ficelle ne s'accorderoit ni avec la grandeur qu'a le degré terreſtre, ni avec la durée préciſe de la demi-minute, qui eſt déterminée par le nombre d'heures qu'il y a dans un jour, & par les 60 minutes dans leſquelles on a partagé l'heure.

205. Un Pilote ne doit pas ſe ſervir de Sablier qu'il n'ait bien vérifié. Il doit même de temps en temps recommencer ſa vérification, parce que le ſable en coulant uſe le trou qui eſt entre les deux ampoulettes, & l'aggrandit inſenſiblement.

Or cette vérification se peut faire aisément à Terre, soit en partant, soit dans les relâches. En voici la maniere. Prenez une balle de mousquet bien ronde, mesurez-en le diametre le plus exactement que vous pourrez; de 9 pouces 2 lignes $\frac{1}{7}$ retranchez la moitié du diametre mesuré, afin d'avoir un reste, tel que seroit 8 pouces 10 lignes $\frac{1}{2}$. Faites une petite regle de bois de la longueur précise de ce reste. Prenez un fil délié de soie plate, ou, à son défaut, de fil tors de soie, de chanvre ou de lin; (un brin de chanvre plat tiré de dessus la plante rouie, ou tiré d'un paquet de chanvre avant que d'être filé seroit meilleur:) cirez ce fil, afin qu'il ne se détorde pas, ce qui l'allongeroit; suspendez-y la balle, & faites passer l'autre bout du fil par une très-petite fente, qui pince le fil de sorte qu'il ne puisse pas balotter dans la fente, laquelle doit être pratiquée dans quelque corps solide & fixe. Appliquez légérement un bout de la regle de bois sur le point de suspension de la balle, & tirez le fil jusqu'à ce que l'autre bout de la regle atteigne la fente, arrêtez le fil dans la fente, ensorte que vous soyez sûr, par cette opération, que la distance du centre de la balle à la surface de la fente où est le point de suspension du fil, est précisément de 9 pouces 2 lignes $\frac{1}{7}$ du pied-de-Roy; alors en faisant balancer légérement la balle autour de son point de suspension, elle employera exactement une seconde de temps à faire une allée & un retour, ou une demi-seconde à faire une simple vibration. Il sera donc facile de voir si un Sablier dure précisément le temps de 60 vibrations, qui font la demi-minute. En gardant la regle & la même balle, on fera commodément la même vérification par-tout où l'on voudra.

II.

De l'Imperfection du Loch ordinaire; avec le moyen de corriger cet Instrument.

(Voyez les Figures 33, 36 & 37.)

206. Quelque soin qu'on apporte dans la construction du

Loch que nous venons de décrire, cet inſtrument ne peut donner que le mouvement particulier du Navire, par rapport à la Mer. On ſuppoſe que le morceau de bois qu'on prend pour terme, eſt parfaitement immobile; mais ſi la Mer eſt elle-même ſujette à ſe mouvoir, ſi elle avance vers un certain côté, ſon mouvement ſe communiquera au Loch de même qu'au Navire; ainſi on ne trouvera, en ſe ſervant de cet inſtrument, que le ſurplus de la vîteſſe du ſillage ſur celle de la Mer, ſi les deux mouvements ſe font dans le même ſens; & on aura au contraire leur ſomme, s'ils ſe font dans des ſens oppoſés.

207. On ſait par pluſieurs obſervations ſûres, que la Mer dans la Zone Torride ſe meut vers l'Occident, & qu'elle forme un courant continuel qui fait dans le milieu de l'Océan 2 ou 3 lieues par jour & même davantage. Si l'on ſingle donc vers l'Oueſt dans ces endroits où il y a un mouvement continuel, & qu'on ſe ſerve du Loch pour meſurer la marche du Navire, on ne trouvera que la quantité dont on avance plus vîte que la Mer, puiſqu'on ne comptera pas le mouvement que reçoit ſecrettement le Loch. Si l'on fait route au contraire vers l'Eſt en allant contre le courant, on croira faire plus de chemin qu'on n'en fait effectivement; parce que ſans le ſavoir on ajoutera, à la vîteſſe réelle du Navire, celle de la Mer qui entraîne le Loch, & qui l'éloigne du Vaiſſeau.

208. On a vu des Pilotes qui ne faiſant pas attention au mouvement vers l'Occident qu'ont les eaux de l'Océan dans la Zone Torride, avoient changé les diviſions de leur Loch, ou altéré la durée de leur Sablier. Lorſqu'ils alloient d'Europe aux Iſles de l'Amérique, & qu'ils mettoient entre les nœuds de leur ficelle 47 pieds & demi, comme il le faut abſolument, il leur étoit toujours arrivé de découvrir la Terre plutôt qu'ils ne s'y attendoient. Ils croyoient donc que leur Loch étoit mal diviſé, & que les nœuds en étoient trop éloignés les uns des autres : ils en diminuoient enſuite les intervalles, afin d'en pouvoir compter un plus grand nombre, & d'être en droit de ſuppoſer avoir fait un plus grand nombre de lieues. Mais ils tomboient dans une erreur qui n'étoit pas excuſable, faute de ſavoir qu'il falloit ajouter au chemin que le vent leur faiſoit faire, le mouvement ſecret que la Mer leur communiquoit de plus, & qu'elle communiquoit auſſi au Loch :

mouvement qui pouvoit être, comme je l'ai dit, de plus de 3 lieues par jour. Lorſque ces Pilotes revenoient de l'Amérique, ils ne s'appercevoient pas de leur mécompte; parce qu'on prend toujours un autre chemin pour le retour. On ſort promptement de la Zone Torride en dirigeant la proue vers le Nord, & on trouve des vents variables qui obligent à changer ſouvent de routes.

209. Pour éclaircir ce que nous venons de dire, ſuppoſons que *A B* (*Fig.* 33.) repréſente le mouvement que reçoit le Navire *A* par l'effort du vent, pendant l'expérience du Loch; & que dans le même temps la Mer ſoit ſujette à un mouvement qui la tranſporte de *A* en *C*, ſelon la direction *A C*. Le Navire obéit aux deux mouvements : il ne ſuivra pas la ligne *A B*, parce que le courant que forme la Mer ſelon *A C*, & ſelon une infinité d'autres lignes paralleles, l'en empêche ; & il ne ſuivra pas non plus *A C*, comme s'il n'étoit livré qu'à l'action du courant, puiſque le vent lui communique du mouvement ſelon *A B*. Pour avoir la route réelle du Navire, il faut achever le parallélogramme *A B G C*, & tirer la diagonale *A G*; le Navire en partant du point *A*, ſuivra *A G*, & il parviendra dans les points *K*, *L*, *G* dans le même temps qu'il ſeroit parvenu aux points *E*, *F* & *B*, & que l'eau qui l'environnoit en *A*, parviendra en *H*, en *I* & en *C*. Fig. 33.

210. Mais ſervons-nous du Loch dans cette ſuppoſition pour meſurer la vîteſſe du ſillage. Le morceau de bois qu'on prend pour terme, & qu'on s'imagine mal-à-propos être immobile, parcourra *A C* en recevant le mouvement du courant. Il arrivera dans les points *H*, *I* & *C* dans le même temps que le Navire arrivera dans les points *K*, *L* & *G*.

211. Ainſi la ficelle ſera tendue ſucceſſivement ſur *H K*, ſur *I L* & ſur *C G*; & on croira qu'elle ſera toujours reſtée dans la même place, parce qu'elle aura toujours la même ſituation par rapport au Vaiſſeau, & qu'elle ſera toujours dirigée ſur le même rumb. La trace que le Navire laiſſe derriere lui, & qu'on nomme la *Houache*, aura été tranſportée de *A E* en *H K* par le courant, lorſque le Navire ſera parvenu en *K*; elle aura été tranſportée de *A F* en *I L*, lorſque le Navire ſera arrivé en *L*, & elle ſe trouvera dirigée ſur *C G*, lorſque le Navire ſera en *G*. On la croira immobile, de même que le morceau de bois du Loch, qui eſt néanmoins tranſporté de *A* en *C*. Enfin on prendra la longueur *C G* de la ficelle pour le chemin du Navire, & on croira que le ſillage s'eſt fait ſous cette direction, quoique le tranſport réel ſe ſoit fait ſur *A G*, & que ce ſoit cette ligne qu'on ne connoît pas, qui eſt le chemin effectif.

212. Il eſt évident que ſelon que la direction *A C* du courant ſera différemment ſituée par rapport à la route primitive *A B*, la diagonale *A G* qui repréſente le tranſport actuel du Navire, deviendra plus ou moins longue. Si l'angle *B A C* étoit encore plus obtus, le courant ſe trouvant plus directement contraire à la route *A B* du Vaiſſeau, y apporteroit une plus grande diminution, en rendant encore plus court le chemin actuel *A G*. Ce ſeroit le contraire ſi l'angle *B A C* étoit aigu : le courant favoriſeroit alors la marche du Navire, & ſe joindroit à *A B*

Fig. 33. pour rendre *AG* plus grande. Malheureuſement, ſi on excepte quelques endroits où on a pû faire de fréquentes obſervations, on ne ſait en Mer ni la direction du courant ni ſa vîteſſe; & on porte inutilement la vue autour de ſoi pour tâcher de les découvrir. Tout ne ſe meut pas, mais tout paroît ſe mouvoir; & il n'eſt pas aiſé de démêler dans cette apparence ce qu'il y a de réel.

213. Je crois qu'il n'y a pas de moyen de lever cette difficulté, ſi le courant s'étend en bas juſqu'à une grande profondeur. Mais ſi le mouvement n'eſt que ſuperficiel, s'il ne s'étend en bas que de 50 ou 60 pieds; comme cela doit arriver ordinairement, parce que la plûpart des cauſes qui agiſſent ſur la Mer ſont extérieures & n'ont d'action que ſur la ſurface; nous pourrons, en changeant quelque choſe dans la conſtruction du Loch, chercher dans la Mer même le point fixe dont nous avons beſoin.

Fig. 36. 214. Suppoſons que le morceau de bois *BAC*, (*Fig.* 36.) au lieu d'être chargé comme à l'ordinaire par en bas d'un morceau de plomb, ſoutienne par la ficelle *AG* le corps *GH* qui deſcende aſſez bas pour ſe trouver dans une eau parfaitement tranquille : il eſt certain que ce corps, par la difficulté qu'il trouvera à traverſer un milieu qui réſiſte, empêchera le morceau de bois *BAC* de céder auſſi aiſément à l'impreſſion du courant, & que le Loch ſera moins défectueux. Pour achever de décrire le nouvel inſtrument, la ficelle *GA* ſera une continuation de celle *AOE* qui ſe rend au Vaiſſeau vers *E*. Cette ficelle traverſera le morceau de bois *BAC*, qui ſera percé de haut en bas, & qui ſera à demi-creux par-deſſous. Lorſque l'expérience ſera achevée, & qu'on fera effort dans le Navire pour tirer le Loch, la partie de ficelle *CD* ſe ſéparera, & auſſi-tôt le corps *GH* viendra ſe loger en partie dans le morceau de bois *BAC* avec lequel il ſe rendra à bord. On fera dans le temps de l'expérience deſcendre le corps *GH* de 40 ou 50 pieds : mais il ſera quelquefois à propos de le faire deſcendre plus bas, pour voir ſi l'on trouve toujours le même réſultat.

215. Il eſt vrai qu'il faudroit que la ſurface du corps inférieur fût infiniment grande pour que l'inſtrument reſtât exactement en repos. Mais ſi on eſt obligé de ne donner qu'une certaine grandeur au corps inférieur, on peut au moins mettre une proportion conſtante entre les deux ſurfaces, & faire enſorte que le Loch ne prenne toujours qu'une certaine partie connue de la vîteſſe qu'a la Mer en haut. Je crois qu'on pourroit donner toujours une figure conique au morceau de bois *BAC*, ou celle d'un pain de ſucre dont les côtés fuſſent parfaitement droits. On feroit ces côtés de 6 pouces de longueur, & le diametre de la baſe de 3 pouces. Quant au corps *GH*, on le formeroit de deux morceaux quarrés de tole ou de fer noir, qui feroient égaux, & qui ſe couperoient perpendiculairement par leur diagonale; & on leur donneroit 9 pouces $8\frac{1}{2}$ lignes de côté. Comme le corps *GH*, avec auſſi peu de poids qu'on voudroit, préſenteroit enſuite une aſſez grande ſurface à l'eau tranquille, le Loch ne prendroit qu'une petite partie de la vîteſſe du courant; & il eſt facile de s'aſſûrer qu'il n'en prendroit guere que la cinquieme partie.

216. Ainſi il faudroit toujours continuer à ſe ſervir du Loch ancien, afin de le comparer avec le nouveau ; excepté dans les endroits où il y a peu de fond, & où on pourroit faire deſcendre le corps *GH* juſqu'en bas pour s'y repoſer. Dans ces endroits le Loch ſe trouveroit comme à l'ancre, il ſeroit parfaitement immobile, & il donneroit, lorſqu'on l'employeroit ſeul, le vrai ſillage. Mais en pleine Mer la comparaiſon des deux Lochs ſeroit indiſpenſable. Cependant on ne ſeroit pas obligé de faire un plus grand nombre d'expériences qu'à l'ordinaire. On employeroit les deux inſtruments alternativement de demi-heure en demi-heure, ou d'heure en heure, ſelon que la rapidité du ſillage ſeroit plus ou moins ſujette à changer. Le Loch ancien prend toute la vîteſſe du courant; au lieu que le nouveau Loch n'en prendroit que la cinquieme partie. Il n'y auroit donc qu'à voir combien il y auroit de différence entre les deux quantités qu'ils fourniroient. Cette différence ſeroit les quatre cinquiemes de la vîteſſe du courant, & il ſuffiroit par conſéquent d'en prendre le quart, pour avoir la petite correction qu'il faudroit appliquer au réſultat fourni par le nouveau Loch. Fig. 36.

217. Suppoſé que le Loch ancien donnât 7 nœuds, & que le nouveau en donnât 9 ; la différence ſeroit de 2 nœuds, dont le quart ſeroit 1 demi-nœud, qu'il faudroit ajouter dans le cas préſent, mais qu'il faudroit ſouſtraire, ſi le nouveau Loch donnoit moins que l'autre. On auroit de cette ſorte pour le ſillage réel 9 nœuds & demi, qui valent 3 lieues & un ſixieme par heure. Cette vîteſſe ne ſeroit pas celle que le Navire auroit dans le temps de chaque obſervation, mais dans le milieu de leur intervalle; ce qui reviendroit parfaitement au même.

218. On peut trouver par cette même méthode la direction du courant, pourvû qu'on ſe donne la peine de faire une figure, ou de réſoudre un triangle par le calcul. D'une maniere ou d'autre, on déterminera en même temps le ſillage du Navire avec plus d'exactitude que par l'opération précédente, que nous croyons néanmoins ſuffiſante dans la pratique. La route que ſuivroit le Vaiſſeau, s'il n'étoit pas expoſé à l'action du courant, eſt marquée par la ligne *AB* (*Fig.* 37.) c'eſt auſſi la trace ou la *houache* du Navire. La ligne *AC* eſt l'eſpace parcouru par le courant, pendant que le Navire mû par le vent & par ce même courant, parcourt réellement la diagonale *AG* du parallélogramme *ABGD*. Le Loch ancien, comme nous l'avons vu, paſſe de *A* en *C*, & ſa ficelle prend la ſituation *GC*; au lieu que le nouveau Loch, qui eſt retenu par la réſiſtance que fait à ſon mouvement l'eau tranquille d'en bas, ne parcourt que *AN* qui eſt la cinquieme partie de *AC*, & ſa ficelle ſe dirige ſelon *NG*. Fig. 37.

219. Il eſt facile, pendant les deux expériences, d'examiner la direction des ficelles avec un compas de variation; la différence des deux rumbs donnera l'angle *CGN*; & on connoîtra en même temps les deux côtés *CG* & *NG*, puiſqu'ils ſeront exprimés par le nombre de nœuds fournis par les deux Lochs. Il ne reſtera donc plus qu'à faire une figure exacte qui repréſente le triangle *CGN*: on fera l'angle en *G*, tel qu'on l'a trouvé; & on donnera aux deux côtés *GN* & *GC* au-

Fig. 37. tant de parties égales qu'on a trouvé de nœuds dans chaque expérience. Ce triangle étant formé, on prendra le quart de *CN*; & l'ajoutant depuis *N* jusqu'en *A*, on aura *AC* pour la vîtesse du courant & pour sa direction : de même que si l'on tire *AG*, on aura la vîtesse & la route actuelles du Navire.

220. Nous jugeons de la grandeur de l'angle *CGN* par l'angle que font ensemble les directions des lignes ou ficelles des deux Lochs : c'est ce qui est très-permis, quoique le vent fasse prendre à ces ficelles une courbure considérable ; car on peut supposer qu'il agit à peu près autant dans un cas que dans l'autre. On peut aussi dans la pratique se contenter d'augmenter d'un quart l'angle *CGN*, pour avoir l'angle *CGA*. On aura, dans ce dernier angle, la quantité dont il faut corriger la route apparente *CG*, donnée non pas par la ficelle du Loch ancien, mais plutôt par la trace ou la houache du Navire ; & on saura de quel côté il faut faire la correction par la situation que prend la ficelle du Loch nouveau. Si le Nord est vers le haut de la figure, & que la trace *GC* considérée du Vaisseau reste au *SO*, la route apparente sera le *NE*; & si l'angle *CGN* est de 4 degrés, l'angle total *CGA* sera de 5, qu'il faudra porter du côté du Sud. On aura le *SO* 5° *S* pour la direction de *GA*; mais comme le Navire va de *A* vers *G*, sa route réelle sera le *NE* 5° *N*, qui est directement opposé au *SO* 5° *S*.

III.

Méthode de déterminer la vîtesse du Sillage par la force de l'impulsion de l'eau.

(Voyez les Figures 38 & 39.)

221. On peut encore juger de la vîtesse du Navire par le choc que fait l'eau de la Mer sur une surface d'une grandeur déterminée. Ce moyen s'est présenté à plusieurs Méchaniciens qui l'ont proposé : je vais expliquer, le plus succintement que je pourrai, comment je voudrois l'employer. Si on retient par une corde un boulet ou quelqu'autre corps parfaitement rond, & qu'on le fasse descendre dans la Mer, il est certain que plus le Navire singlera avec vîtesse, plus l'impulsion que recevra ce globe par la rencontre de l'eau sera grande. Il est à propos que ce corps descende assez bas pour n'être point sujet au choc irrégulier du courant : lorsqu'il parviendra à l'eau tranquille, toute l'impulsion qu'il recevra, ne sera causée que par la vîtesse avec laquelle il sera entraîné par le Vaisseau. Je marque ci-après, dans une Table, les vîtesses du sillage qui répondent aux impulsions que peuvent recevoir des globes de deux grandeurs différentes, l'un de 6 pouces de diametre, & l'autre d'un pied. Les vîtesses sont marquées en dixiemes parties de lieue que le Navire doit parcourir dans une heure. Si, par exemple, l'impulsion que reçoit le globe d'un pied de diametre, est de 42 livres 8 onces, on trouvera dans la Table que le Navire fait 2. 0 lieues par

ıeure, c'eſt-à-dire, 2 lieues juſtes. Si cette impulſion étoit de 131 livres, le Navire feroit 3. 5 lieues, c'eſt-à-dire, 3 lieues & 5 dixiemes, ou trois lieues & demie. Fig. 38. & 39.

222. *TABLE des Impulſions de l'eau produites par les différentes vîteſſes du Sillage.*

Impulſions ſur un globe de 6 pouces de diametre.		Impulſions ſur un globe de 12 pouces de diametre		Vîteſſes du Sillage.		Impulſions ſur un globe de 6 pouces de diametre.		Impulſions ſur un globe de 12 pouces de diametre.	Vîteſſes du Sillage.	
Livr.	Onces	Livr.	Onces	Lieues	10e de lieues.	Livr.	Onces	Livres.	Lieues	10e de lieues.
0	$\frac{1}{2}$		2	0.	1	18	0	72	2.	6
0	2		8	0.	2	19	5	78	2.	7
0	4	1	0	0.	3	21	0	84	2.	8
0	8	1	12	0.	4	22	8	90	2.	9
0	12	2	10	0.	5	24	0	96	3.	0
1	0	4	0	0.	6	25 $\frac{2}{3}$	10	103	3.	1
1	4	5	4	0.	7	27	0	109	3.	2
1	12	7	0	0.	8	29	0	116	3.	3
2	0	8	8	0.	9	30	10	124	3.	4
2	10	10	8	1.	0	32	10	131	3.	5
3	0	13	0	1.	1	34	8	139	3.	6
4	0	15	0	1.	2	36	8	146	3.	7
4	8	18	0	1.	3	38	0	153	3.	8
5	4	21	0	1.	4	40	8	162	3.	9
6	0	24	0	1.	5	42	8	170	4.	0
7	0	27	0	1.	6	45	0	179	4.	1
7	10	31	0	1.	7	47	0	188	4.	2
8	8	34	8	1.	8	49	0	197	4.	3
9	8	38	0	1.	9	51	5	206	4.	4
10	8	42	8	2.	0	53	0	213	4.	5
12	0	47	0	2.	1	56	0	224	4.	6
13	0	51	8	2.	2	58	8	234	4.	7
14	0	56	0	2.	3	60	10	244	4.	8
15	0	61	0	2.	4	63	0	254	4.	9
16	8	66	0	2.	5	66	0	265	5.	0

Fig. 38. & 39. 223. Toute la difficulté se réduit après cela à mesurer le choc de l'eau contre le Globe. On peut, dans le Vaisseau, peser l'effort total que soutient la corde à laquelle le corps est attaché ; mais cet effort est formé de plusieurs efforts particuliers, qu'il faut séparer les uns des autres. L'eau frappe non-seulement le Globe, elle frappe la corde qui le soutient ; outre cela le Globe doit avoir une pesanteur considérable, & il n'est pas peut-être même permis de négliger celle de la corde. Si on attache au bras d'une balance l'extrémité d'en haut de cette corde, ou si l'on pouvoit se servir d'un peson d'Allemagne, on trouveroit tous ces efforts confondus ensemble. Pour prendre une notion
Fig. 38. plus distincte de l'état de la question, je considere la *Figure* 38. Le Globe *P* est plongé de 40 ou 50 pieds dans la Mer ; il est censé parvenir à l'eau tranquille. Ce Globe est retenu par la corde *CBA* qui doit se courber en différents sens, avant que d'entrer dans le Vaisseau en *A*. Pendant que le Globe frappe l'eau à cause du mouvement du Navire, & qu'il est repoussé dans le sens horizontal, sa pesanteur tend à le faire descendre ; & ce sont ces deux efforts ensemble qui reglent la situation inclinée de la corde vers C. Toute la partie submergée *CB* de la corde est frappée par l'eau, & c'est ce qui lui fait prendre une courbure considérable. En *B* la corde commence à se courber dans un autre sens, à cause de sa pesanteur qui n'est plus soutenue.

224. Il suit de tout cela que la corde a différente inclinaison dans tous ses points, & que toutes ses parties sont aussi différemment chargées. Nous pouvons en haut examiner fort aisément sa situation par rapport à l'Horizon, ou par rapport à un fil à plomb. Il ne sera pas impossible non plus de peser l'effort qui s'exerce en haut selon sa longueur. Il faudra avoir la précaution de changer la direction de cette corde par le moyen d'une poulie, afin de la rendre perpendiculaire au bras de la balance ou de la Romaine auquel on l'appliquera. Enfin on doit avoir cherché la pesanteur du Globe dans l'eau, & on peut chercher également le poids qu'y a la ficelle, supposé qu'on ne puisse pas réussir à lui donner la même pesanteur spécifique qu'à l'eau de Mer ; ce qui rendroit le reste de l'opération beaucoup plus simple.

Fig. 39. 225. On tirera après cela une ligne droite *GM* (*Fig.* 39.) pour représenter l'Horizon ou la ligne de niveau ; & une autre ligne *GN* qui lui soit perpendiculaire, pour représenter la situation du fil à plomb. On tirera *GO* qui ait la même obliquité par rapport à ces lignes, que la corde *ABC* (*Fig.* 38.) lorsqu'elle entre en *A* dans le Navire. On prendra ensuite sur une échelle de parties égales autant de parties que l'effort qui s'exerce sur la corde, & qu'on a pesé, contient de livres. On fera *GO* de ce nombre précis ; & on pourra se contenter, si l'on veut, de rendre les côtés de la figure deux ou trois fois plus grands que ceux de la figure que nous mettons sous les yeux des Lecteurs. On achevera le rectangle *MGNO* ; & retranchant *NQ*, qu'on rendra égale à la pesanteur de la partie (*BA*) de la corde qui est hors de l'eau, on tirera la parallele *QR* à *NO* ou à *GM* ; & conduisant la diagonale *GR*, on aura la situation qu'a la corde en *B* dans l'endroit où elle sort de

de l'eau, en même temps que cette diagonale exprimera auſſi l'ef- Fig. 38.
fort qui s'exerce en *B* le long de la corde. Il ne reſtera plus après cela, & 39.
ſi la corde eſt de même peſanteur ſpécifique que l'eau de Mer, qu'à prendre *G S* pour repréſenter la peſanteur du Globe dans l'eau : on tirera *S T* parallélement à *N O*, & tranſportant *G R* en *G T*, il viendra *G T* pour la ſituation qu'a la corde en *C* auprès du Globe; & *S T* exprimera en même temps l'effort que ſouffre le Globe par la rencontre de l'eau. Ainſi c'eſt la valeur de *S T* qu'il faudra chercher dans la Table inſérée ci-deſſus, pour avoir la vîteſſe du Navire.

226. Nous nous propoſerons l'exemple ſuivant, afin de jetter un plus grand jour ſur toute l'opération. Nous ſuppoſerons qu'on ſe ſert d'un Globe d'un pied de diametre, & qu'il peſe dans l'eau 64 livres; c'eſt-à-dire que dans l'air il en peſoit un peu plus de 101, & qu'il a perdu dans l'eau de Mer un peu plus de 37 livres. La corde eſt de même peſanteur que l'eau, ſa partie *A B*, qui eſt hors de la Mer, peſe $\frac{1}{2}$ livre : elle forme avec le fil à plomb un angle de 60 degrés, & de 30 degrés avec l'Horizon; & enfin l'effort total qu'elle fait ſur la balance eſt de 80 livres. Nous demandons quelle eſt l'impulſion de l'eau ſur le Globe ?

227. En formant le triangle rectangle *G N O*, on fera l'angle *N G O* de 60 degrés, & on fera l'hypothénuſe *G O* de 80 parties pour repréſenter les 80 livres d'effort peſé dans le Navire. On retranchera de *G N* une demi-partie pour la peſanteur de la portion de corde *A B*. On aura *G Q* de $39\frac{1}{2}$ parties; & la diagonale réduite *G R* ſera d'environ $79\frac{3}{4}$. On la tranſportera en *G T* pour la faire convenir avec *G S*, qu'on fera de 64 parties pour repréſenter le poids du Globe dans l'eau. Meſurant enſuite le côté *T N*, on le trouvera de $47\frac{1}{2}$ parties; ce qui nous apprend que l'impulſion de l'eau ſur le Globe eſt de $47\frac{1}{2}$ livres, & que la vîteſſe du Navire eſt de 2. 1 lieues, ou de 2 lieues & un dixieme.

228. Si l'on examine avec la Bouſſole, ou avec un compas de variation, la direction que prend la corde pendant l'expérience, on aura plus exactement, que par aucune autre méthode, le rumb de vent que ſuit le Navire. Il faut néanmoins toujours pour cela que le boulet ſoit aſſez deſcendu dans l'eau; il ſera facile de s'en aſſurer, en le faiſant deſcendre encore davantage. L'effort meſuré dans le Vaiſſeau ne ſera plus le même, & la ſituation de la corde, quant à ſon inclination, deviendra auſſi différente; mais l'opération doit toujours donner à la fin le même triangle *G S T*, ſi le Globe eſt plongé dans l'eau tranquille. On peut, pour former les triangles avec plus de facilité, ſe ſervir du Quartier de réduction, & on peut l'employer auſſi pour meſurer l'inclinaiſon de la corde à ſon entrée dans le Navire. Il y a un fil attaché au centre du quartier, qui peut devenir un fil à plomb.

229. Lorſque la peſanteur de la corde ne ſera pas égale à celle d'un pareil volume d'eau de Mer la méthode ne ſera pas tout-à-fait ſi préciſe, & il faudra avoir recours à une eſpece d'approximation. On a beſoin de ſavoir combien peſe dans l'eau, non pas toute la corde,

Fig. 39. mais une partie de sa longueur égale à *BF* ou *DP*, qui est la quantité dont le Globe est au-dessous de la surface de la Mer. La ligne *GR*, dans la *Figure 39*, représente la situation de la corde au point *B*, & *GT* sa situation au point *C*. Il n'y a qu'à prendre le milieu entre ces deux différentes situations ou inclinaisons, & en former un triangle qui ait pour hypothénuse la pesanteur qu'a la partie *BC* de la corde dans l'eau ; le côté du triangle qui sera situé selon la ligne à plomb, donnera la pesanteur qu'auroit la corde si elle étoit réduite à la longueur *DC* ou *BF*. Or il faut retrancher de *GR* cette pesanteur, si la corde pese plus que l'eau ; & il faut au contraire ajouter cette pesanteur à *GR* si la corde pese moins que l'eau, avant que de transporter *GR* en *GT*, pour former le dernier triangle *GST*.

CHAPITRE V.

De la Construction des Cartes Marines ; & de leurs Usages.

230. CONNOISSANT toutes les circonstances de notre route, nous pouvons tracer sur la Carte le chemin que nous avons fait. Mais avant que de traiter de cette opération, & de toutes les autres que les Pilotes comprennent sous le nom de *Pointer* ou de *Compasser* la Carte, nous croyons qu'il est à propos d'insister un peu sur la nature même des Cartes Marines ou Hydrographiques, & d'expliquer la distinction qu'il y a entre celles qu'on nomme *Plates*, & celles qu'on nomme *Réduites*, à cause de leurs différentes constructions.

I.

De la Nature des Cartes plates.

231. Les Cartes plates sont nommées ainsi, parce que la partie du Globe qu'elles représentent est supposée n'avoir pas de courbure sensible. On n'en parle ici que parce que l'on s'en sert encore dans les courtes Navigations, quoiqu'il fût beaucoup meilleur de ne se servir jamais que de Cartes réduites. Les Méridiens, ou les lignes Nord & Sud,

ont marqués par des lignes paralleles dans les Cartes plates ; au lieu que sur la Terre, comme nous l'avons vu, les Méridiens vont se rencontrer aux deux Poles, en s'approchant les uns des autres, à mesure qu'on s'éloigne de l'Equateur.

232. Si l'on mesure dans la Carte de la Manche, qu'on trouvera à la fin de cet Ouvrage, combien il y a de distance entre les deux Méridiens qui la terminent d'un côté & de l'autre, on trouvera également 101 ou 102 lieues, en haut comme en bas, quoiqu'il dût y avoir en haut environ 5 lieues de moins. Plus la Carte plate a de hauteur ou d'étendue du Nord au Sud, plus elle est défectueuse. Son imperfection est encore plus grande, si la partie du Globe qu'elle représente est par une plus grande latitude : car alors le Pole est plus voisin, & les Méridiens different donc davantage d'être paralleles. On sentit ce défaut aussi-tôt qu'on commença à se servir des Cartes plates ; mais ce ne fut qu'après de longues tentatives qu'on réussit à y trouver la correction nécessaire.

I I.

Des Lignes courbes que les Rumbs de vent suivent sur le Globe, & de la Forme qu'on a été obligé en conséquence de donner aux Cartes réduites.

(Voyez la Figure 40.)

233. Il semble qu'on pouvoit corriger le principal défaut des Cartes plates, en continuant de leur faire comprendre une assez petite étendue de la surface du Globe, mais en donnant aux Méridiens la situation qu'ils ont effectivement sur la Terre. Supposé que le Pole fût compris dans la Carte, elle prendroit la forme de la *Figure* 40, où toutes les lignes Fig. 40. Nord & Sud vont se rencontrer au point *P*. Mais il naît une incommodité considérable de cette construction : les rumbs de vent sont marqués par des lignes courbes ; & il est non-seulement difficile de les suivre sur la Carte, il n'est pas aisé

Fig. 40. non plus de meſurer les diſtances le long de ces lignes courbes. Si en partant du point *A* on court toujours au Nord-Eſt; on parcourra une partie de la ligne courbe *AGIZ* qui fait une infinité de révolutions autour du Pole avant qu'il d'y parvenir. L'Eſt-Nord-Eſt marche en dehors; il eſt marqué par *ASTV*, & il fait de plus grandes révolutions autour du Pole; mais il s'y rend comme tous les autres rumbs de vent. C'eſt le long de ces lignes courbes ſur la Carte qu'il faudroit meſurer le chemin fait par le Navire dans les routes obliques.

234. Les rumbs de vent ne peuvent pas manquer d'être repréſentés par des lignes courbes; car chacun de ces rumbs fait toujours un angle égal avec tous les Méridiens qu'il coupe. Le Nord-Eſt fait au point *A* un angle de 45 degrés avec la ligne Nord & Sud *AP*: mais lorſqu'on arrive en *F*, l'aiguille de la Bouſſole ne prend pas une direction parallele à celle qu'elle avoit dans le point *A*; elle ſe place ou ſe dirige ſur *BFP*; car elle indique toujours le Méridien pour l'endroit où l'on eſt. Ainſi la ligne du *NE* ſouffrira une inflexion en *F*, pour faire un angle de 45 degrés avec la ligne Nord & Sud *FP*. La même choſe ſe fera en *G*, en *H*, en *I*, &c. A chaque pas que nous faiſons, l'aiguille aimantée ſe détourne, & le rumb de vent du *NE*, en ſe détournant auſſi, pour faire toujours un angle de 45 degrés avec le Méridien, doit donc former une ligne courbe *AGIZ*, qui ne ſera pas un cercle, mais qui fera une infinité de tours de plus petits en plus petits, en approchant du Pole *P*.

235. Ce doit être la même choſe de tous les autres rumbs de vent. Si, au lieu de ſuivre exactement l'Eſt, on ſuivoit l'Eſt 1 degré Nord, ou l'Oueſt 1 degré Nord, chaque révolution qu'on feroit autour du Pole ne produiroit gueres d'augmentation en latitude; on n'avanceroit que très-peu vers le Nord, mais néanmoins la route ne feroit pas un cercle, elle ſouffriroit un nouveau détour à la rencontre de chaque Méridien; & après un nombre infini de révolutions, elle ſe termineroit au Pole; elle ſe termineroit à celui du

Nord, parce que la route tient du Nord; & elle iroit de la même maniere se rendre au Pole du Sud, si la route tenoit du Sud. Fig. 40.

236. Quant à l'Est ou à l'Ouest, lorsqu'on les suit exactement, le cas n'est pas le même. Lorsqu'on les suit, on parcourt un parallele à l'Equateur, on ne change point de latitude; & après avoir décrit un cercle entier, on revient précisément au point dont on étoit parti. Si, lorsqu'on part du point *A* pour aller à l'Est, l'aiguille aimantée ne se détournoit pas sans cesse, on suivroit la direction *AK*; & marchant toujours, pour ainsi dire, en ligne droite, on iroit rencontrer l'Equateur dans un point éloigné de 90 degrés. Mais, l'aiguille aimantée indiquant continuellement le Nord, l'Est change de situation sur chaque Méridien, pour le couper perpendiculairement; & le Pole est comme le centre du cercle qu'on décrit.

237. Il faut remarquer que cette même distinction que nous venons de mettre entre l'Est prolongé en ligne droite par rapport à un point, & l'Est décrit actuellement en se servant de la Boussole, a lieu à l'égard de tous les autres rumbs de vent. Lorsqu'on est en *A*, l'objet *R*, qui est une montagne ou un cap fort élevé, paroît au *NE*. Cette direction n'est autre chose pour le point *A* que le *NE* prolongé comme en ligne droite: mais lorsqu'en partant du point *A*, on suivra effectivement le *NE*, les diverses situations que la Boussole doit prendre, à cause de la propriété qu'elle a de marquer le Nord en chaque endroit, influeront continuellement sur la route qu'on fera; & au lieu de se rendre au point *R*, on passera plus vers le Pole, en traçant la courbe *AFG*.

238. La courbure des rumbs sur la Terre, leur a fait donner le nom de *Loxodromies*. Il n'y a que les Méridiens ou les lignes Nord & Sud, qu'on ne puisse pas comprendre entre ces lignes courbes; parce qu'en les suivant on se trouve conduit directement au Pole, comme en ligne droite. Il peut paroître désavantageux de suivre dans les routes obliques ces Loxodromies ou lignes courbes plus longues, pen-

Fig. 40. dant qu'on pourroit aller au même but par une voie plus courte. Mais on a de bonnes raisons pour rester très-attaché à l'usage de la Boussole : d'ailleurs on peut assurer que le désavantage dont il s'agit, n'a jamais lieu dans la pratique. Toutes les Mers sont interrompues par des Isles ou par des Continents; ce qui est cause qu'on est assujetti dans toutes les navigations à changer plusieurs fois de directions, & on en change encore pour chercher les vents favorables, ou pour remplir d'autres vues particulieres. Il arrive donc que chaque portion de la route qui n'est point interrompue, est très-courte, & qu'elle ne différe gueres d'être droite, quoique la Loxodromie entiere qu'on traceroit sur le Globe, fût très-courbe.

239. Mais le Pilote se trouveroit jetté dans quelque embarras, s'il lui falloit *compasser* une Carte semblable à celle de la *Figure* 40; s'il lui falloit trouver, par exemple, le rumb qui conduit du point *C* au point *I*. Il est vrai qu'on pourroit imaginer des pratiques pour cela; mais on a souhaité quelque chose qui fût encore plus simple. Dès qu'on veut que les rumbs de vent soient des lignes droites sur les Cartes, on se met dans la nécessité de rendre les Méridiens paralleles entr'eux, & on rend les degrés des paralleles aussi grands que ceux de l'Equateur, quoiqu'ils dussent être plus petits dans toutes sortes de rapports, & se réduire à rien aux deux Poles. Mais il y a une maniere de donner à ces mêmes degrés une moindre valeur; c'est de les mesurer avec une échelle dont les parties soient plus grandes. Voici donc le parti qu'on prend. On fait croître sur la Carte réduite les degrés du Méridien dans le même rapport que les degrés de longitude devroient être plus petits; & on prend toujours les degrés du Méridien pour la mesure de 20 lieues marines. Les degrés de longitude, ou les degrés des paralleles, se trouvent après cela comme plus petits, à mesure qu'on avance vers le Pole. Il faut considérer la Carte réduite, comme un assemblage de Cartes plates différentes, placées les unes au-dessus des autres, & qui n'ont pas les mêmes échelles de lieues.

240. Lorſqu'on conſtruit une Carte, on a la liberté de faire l'échelle de quelle grandeur on veut, pourvu qu'on ait ſoin de garder tous les rapports que doivent avoir entr'elles toutes les parties qu'on ſe propoſe de décrire. Or c'eſt ce qu'on obſerve exactement dans la Carte réduite, en convertiſſant en ligne droite le rumb de vent, ou la Loxodromie *AFGI* de la *Figure* 40. Il eſt vrai qu'on rend plus grandes toutes les parties *LF*, *MG*, *NH* des paralleles; on les fait égales à celles de l'Equateur : mais on augmente dans le même rapport les parties correſpondantes *AL*, *FM*, *GN*, &c. des Méridiens, de même que celles de la Loxodromie *AF*, *FG*, *GH*, &c. Ainſi, en prenant les parties du Méridien pour échelle, on trouvera les parties de la Loxodromie & les parties des paralleles de la même grandeur que ſur le Globe. Nous pourrions nous diſpenſer d'ajouter que l'étendue des Mers, des Iſles, de toutes les Terres eſt également augmentée ſur la Carte vers les Poles, afin que, rapportées à leur échelle, elles ayent la grandeur convenable. Les Poles, malgré l'extrême étendue qu'ils ont dans la Carte, doivent être auſſi réputés des points; & il faut pour cela que les parties du Méridien auxquelles on les compare, ſoient infiniment augmentées en cet endroit. Fig. 40.

III.

Conſtruction des Cartes réduites.

241. Les degrés des paralleles diminuent de longueur dans le même rapport que les circonférences de ces cercles, & les circonférences diminuent comme les rayons. Mais ſi on jette les yeux ſur la *Figure* 37, & qu'on faſſe attention que tous les paralleles ont leur centre dans l'intérieur de la Terre, ſur l'axe ou ſur le diametre conduit d'un Pole à l'autre, on verra que les rayons des paralleles ſont les ſinus de complément des latitudes. Le rayon du parallele *GH*, par exemple, eſt le ſinus de l'arc *GN* qui eſt la diſtance du point *G* au Pole, ou le complément de ſa latitude. Ainſi lorſqu'on avance vers les Poles, les degrés des paralleles diminuent de grandeur, dans le même rapport que les ſinus de complément des latitudes. Si on eſt éloigné de l'Equateur de 60 degrés, on ſera éloigné du Pole de 30 degrés; & le ſinus de 30 degrés étant la moitié du ſinus total, la circonférence de ce parallele ſera deux fois plus petite que celle de l'Equateur, les degrés de longi-

tude sur ce parallele ne seront que de 10 lieues; ils seront deux fois plus petits que ceux de l'Equateur. Mais puisqu'on doit faire augmenter les degrés du Méridien dans le même rapport, que les degrés des paralleles devroient être plus petits, & que nous les rendons réellement plus grands, il faut faire croître les degrés du Méridien comme les sécantes des latitudes, conformément à ce que nous avons vu dans le Livre premier n°. 78.

242. On ne réussiroit pas à graduer assez exactement le Méridien, ou à trouver la grandeur qu'il faut donner à chacun de ses degrés, si on traçoit un quart de cercle, pour y prendre successivement toutes les sécantes. Au lieu de faire l'opération par une figure, on l'a faite par le calcul, & elle est devenue d'une précision incomparablement plus grande. On ne s'est pas contenté de chercher la grandeur des degrés, on a même cru nécessaire de chercher celle des minutes; mais il n'a pas été nécessaire d'aller plus loin. Car on peut supposer, sans erreur sensible, qu'une petite partie de la surface de la Mer, qui n'a qu'une minute de degré ou un tiers de lieue marine en chaque sens, est exactement plane; & que la petite portion de la Loxodromie qu'elle comprend, ne souffre aucune flexion.

243. Si on prenoit le sinus total 100000, tel qu'il est dans les Tables de sinus ordinaires, pour représenter la grandeur de la minute de longitude sur l'Equateur, il n'y auroit qu'à chercher les sinus de 89° 59', de 89° 58', de 89° 57', &c. & on auroit, si on en avoit besoin, la grandeur de la minute sur tous les paralleles qui se suivent, & qui sont par 1', 2', 3', &c. de latitude. En continuant, on trouveroit 50000 pour la grandeur de la minute du parallele de 60 degrés de latitude, & on auroit des nombres encore plus petits sur les paralleles plus avancés : ce qui montre que la minute de longitude sur le parallele de 60 degrés, n'est déja que d'un demi-tiers de lieue, & que plus vers le Pole, elle est encore plus petite. Mais puisqu'il faut faire augmenter l'étendue des minutes du Méridien dans le même rapport que les minutes des paralleles diminuent, & qu'il faut pour cela les faire augmenter comme les sécantes, nous n'aurions qu'à prendre dans les mêmes Tables les sécantes successives de 1', de 2', de 3', &c. & nous aurions la grandeur qu'il faudroit donner aux minutes du Méridien dans la Carte réduite. Lorsqu'on seroit parvenu à 60 degrés de latitude, les sécantes seroient deux fois plus grandes : ainsi la minute du Méridien, ou le tiers de lieue, seroit représenté en cet endroit sur la Carte par de petits espaces deux fois plus grands, la minute correspondante de longitude se trouveroit donc comme deux fois plus petite, elle ne se trouveroit que d'un demi-tiers de lieue comme sur le Globe. Enfin, si on faisoit des sommes de 60 en 60 de toutes ces sécantes, on auroit la grandeur qu'on doit donner à chaque degré.

244. Le calcul seroit d'autant plus exact, qu'on n'auroit point à craindre d'erreur de la part des fractions, à cause de la grandeur des nombres qu'on employera. Ces nombres sont 100000 fois trop grands; ainsi pour les réduire, il faudroit retrancher les cinq premiers

hiffres à la droite ; & ce feroient ceux de la gauche qui marqueroient a grandeur fictice qui convient aux degrés du Méridien. C'eft de cette orte qu'on a calculé, en fe livrant à un travail qui eft un peu long, la Table des *Latitudes croiffantes ou réduites*, que nous donnerons dans e dernier Livre. Cette Table fuppofe que chaque degré de longitude ur les paralleles, eft de 60 parties, ou eft égal à 60 minutes prifes fur Equateur. Si on veut, par exemple, marquer fur la Carte l'étendue e 40 degrés de longitude, on prend fur une échelle de dixme 2400 pares, qui eft le produit de 40 par 60. Mais pour avoir la longueur u'il faut donner à 40 degrés de latitude fur la Carte réduite, il faut la hercher dans la Table des *Latitudes réduites*, ou *parties méridionales*, t on trouve 2623 parties: ce nombre eft la fomme de toutes les féantes de minute en minute jufqu'à 40 degrés.

CHAPITRE VI.

Opérations ou Pratiques fur les Cartes Marines.

245. LA PLUPART des Opérations qu'on peut faire ur les Cartes, font communes aux plates & aux réduites. Nous allons expliquer d'abord la maniere de *pointer* les premieres, & nous fpécifierons enfuite les attentions qu'il faut voir de plus dans l'ufage des fecondes. Nous féparerons, omme on le fait ordinairement, ces Opérations en différents problêmes, ou en diverfes queftions de pratique qui ont à réfoudre.

I.

PREMIER PROBLÊME.

246. *On connoît le rumb de vent qu'on a fuivi, & le hemin qu'on a fait, ou les lieues de diftance : on demande le oint où l'on eft arrivé ?*

Nous nous propoferons un exemple, pour fixer davanage toutes nos idées. Nous fommes partis du Nord de l'Ifle l'Oüeffant, du point marqué *A* dans la Carte de la Manhe. L'ufage du Loch nous a appris que nous avons fait 40 ieues; nous faifions deux lieues & demie par heure, & nous

avons marché pendant 16 heures. Nous ſavons de plus par la Bouſſole que nous avons couru exactement au *NE*; nous voulons marquer après cela ſur notre Carte l'endroit où nous nous trouvons actuellement.

247. *Solution.* Le *NE* & le *SO* forment la même ligne; on court au *NE* ou au *SO*, ſelon le ſens dans lequel on va. Si le point *A* du départ ſe trouvoit par hazard ſur la ligne du *NE* & du *SO* de la roſe marquée dans la Carte, la route du Navire ſeroit déja toute tracée. Le point *A* eſt à une certaine diſtance du *NE* ou du *SO* de la roſe; il eſt donc queſtion de conduire du point *A* une ligne droite *AC* qui ſoit parallele à ce rumb de vent. Il n'y a qu'à prendre, avec un compas, la diſtance la plus courte *AB* du point *A* au *NE*; on fera mouvoir le compas en faiſant enſorte qu'une de ſes pointes ſuive le *NE*, & l'autre pointe tracera en même temps la route *AC*. Mais il y a encore une autre condition à remplir; car nous avons fait 40 lieues. C'eſt pourquoi il faut prendre 40 lieues avec un autre compas, & les porter depuis *A* juſqu'en *C*; & nous aurons dans ce dernier point l'endroit où nous ſerons arrivés. Nous avons pu, dans cet exemple, prendre les 40 lieues en une ſeule fois; mais il n'y auroit aucun inconvénient à prendre la longueur du chemin par parties, & on y eſt quelquefois obligé.

248. Le point *C* de l'arrivée étant trouvé, on eſt à portée de régler ſa navigation, & de voir la route qu'il faut prendre, ſelon qu'on veut s'approcher des côtes de France ou d'Angleterre. Il nous eſt facile auſſi de trouver ſur la Carte la latitude par laquelle nous ſommes, il n'y a qu'à chercher vis-à-vis de quel point nous répondons de l'un ou de l'autre des Méridiens gradués qui ſont aux deux côtés de la Carte. Si l'on prend la diſtance du point *C* au parallele qui termine la Carte par en bas, & qu'on porte cet intervalle ſur un des Méridiens gradués, on trouvera que notre latitude eſt de 50 degrés.

249. On peut encore demander deux choſes: combien nous avons *gagné* ou avancé vers le Nord, & combien nous avons avancé vers l'Eſt? Si nous avions marché exac-

tement ſur un parallele à l'Equateur, en courant à l'Eſt, nous euſſions ſuivi la ligne *AD*, & nous n'euſſions ni monté vers le Nord, ni deſcendu vers le Sud. Nous avons donc monté vers le Nord de toute la quantité *D C*, que nous déterminerons aiſément en conduiſant *AD* parallélement à quelqu'une des lignes Eſt & Oueſt que nous offre la Carte, & en tirant *CD* parallélement à quelqu'une des lignes Nord & Sud. *CD* qui marque la quantité dont nous avons avancé vers le Nord, eſt d'environ 28 $\frac{1}{2}$ lieues, & ſi l'on meſure notre progrès *AD* vers l'Eſt, on le trouvera de la même quantité.

250. *Second Exemple du même Problême.* Etant parvenus au point *C*, nous avons changé de route, & nous avons fait 25 lieues à l'*E* $\frac{1}{4}$ *NE*. Nous voulons ſavoir notre nouveau point d'arrivée.

Solution. Il ne s'agit que de chercher l'*E* $\frac{1}{4}$ *NE* ſur la roſe, d'y tracer une ligne parallele *CE*, & de donner à cette ligne 25 lieues de longueur. On trouvera le point *E* qui eſt par 50° 15′ de latitude; de ſorte que nous ſommes de 15 minutes, ou de 5 lieues plus vers le Nord que dans l'autre point. Nous ſommes plus vers le Nord de la quantité *FE*, & nous ſommes en même temps beaucoup plus vers l'Eſt à proportion; parce que la route tient beaucoup plus de l'Eſt que du Nord. Nous avons avancé vers l'Eſt dans cette ſeconde route de toute la quantité *CF*, qui eſt d'environ 24 $\frac{2}{3}$ lieues, & qui produit notre changement en longitude, de même que *FE* produit notre changement en latitude.

251. *Troiſieme Exemple du même Problême.* Etant arrivés en *E*, on a encore changé de route, & on a fait 17 lieues à l'*E S E* 5° 30′ *S*.

Il ſe trouve preſque toujours des degrés joints aux rumbs de vent qu'on a courus, à cauſe de la variation de la Bouſſole & de la dérive dont nous avons parlé n°. 189, & ſuiv. Quoique les intervalles entre les rumbs de vent ſoient de 11° 15′, on ſuppoſe, pour plus de facilité ſur la Carte, qu'ils ne ſont que de 11 degrés; & quelquefois on les ſuppoſe de

12 degrés par le même motif. Dans le cas préſent, il faut prendre le milieu entre l'*ESE* & le *SE* $\frac{1}{4}$ *E*. Notre route *EG*, que nous voulons tracer, doit donc être parallele à cette ligne de milieu, qui eſt indiquée par *HL*. Du point *E* comme centre, nous avons décrit le petit arc *H*, pour nous aſſurer que nous prenions la diſtance la plus courte, & nous avons fait la même choſe du point *G*, en traçant le petit arc *L*. On voit aſſez que les 5° 30′ que nous prenons, ſont vers le Sud; & qu'il eût fallu les prendre de l'autre côté de l'*ESE*, ſi nous avions couru à l'*ESE* 5° 30′ *E*. Enfin il y a 17 lieues depuis le point *E* juſqu'au point *G*. Ainſi nous ſommes arrivés en *G*, qui n'eſt pas fort éloigné du Havre de Grace, & qui eſt par 49° 50′ de latitude.

252. On trouvera la longitude du point *G* en examinant à quel point il répond du parallele gradué qui eſt au haut ou au bas de la Carte. Cette longitude, qui commence au Méridien de l'Iſle-de-Fer, eſt de 17° 43′.

253. *Quatrieme Exemple du même Problême.* Nous réunirons dans un même exemple quatre routes que nous ſuppoſerons avoir faites ſucceſſivement, en prenant pour point de *Partance* le point *A* qui eſt aux environs de Belliſle & de l'Iſle-d'Ieu dans la Carte plate qui repréſente une partie des côtes de France & d'Eſpagne. Nous avons couru

23 $\frac{1}{2}$ lieues à l'*O* $\frac{1}{4}$ *NO*.
25 $\frac{1}{2}$ lieues au *SSO*.
20 lieues au *SO* 5° *O*.
27 $\frac{1}{2}$ lieues à l'*OSO* 5° *O*.

Nous demandons l'endroit où nous ſommes arrivés.

Solution. La premiere route nous portera du point *A* au point *D*, en nous faiſant avancer vers le Nord de 4 $\frac{1}{2}$ lieues, & de 23 vers l'Oueſt.

La ſeconde nous fera paſſer du point *D* au point *E*, en nous faiſant avancer 23 $\frac{1}{4}$ lieues vers le Sud, & 9 $\frac{2}{3}$ lieues vers l'Oueſt. La troiſieme nous portera du point *E* au point *F*, en nous faiſant avancer 12 $\frac{3}{4}$ lieues au Sud, & 15 $\frac{1}{3}$ lieues à l'*O*. Enfin, la quatrieme nous fera paſſer du point *F* au point *G*, en nous faiſant avancer d'environ 7 $\frac{3}{4}$ lieues au Sud,

	Nord.	Sud.	Est.	Oueſt.
I. route.	$4\frac{1}{2}$	....	....	23
II. route.	....	$23\frac{1}{4}$	....	$9\frac{2}{3}$
III. route.	....	$12\frac{3}{4}$	....	$15\frac{1}{3}$
IV. route.	....	$7\frac{3}{4}$	....	$26\frac{1}{3}$
		$43\frac{3}{4}$		
		$4\frac{1}{2}$		
Lieues au Sud & à l'Oueſt.	....	$39\frac{1}{4}$	....	$74\frac{1}{3}$

& de $26\frac{1}{3}$ à l'*O.* On a écrit ci-à côté, ſous les titres convenables, ces différentes quantités avancées vers le Sud & vers l'Oueſt ; on a ajouté enſemble celles qui vont dans le même ſens, & retranché les quantités qui ſont en ſens contraire : il eſt venu pour réſultat $39\frac{1}{4}$ lieues au Sud, & $74\frac{1}{3}$ lieues à l'Oueſt. C'eſt ce qu'on peut vérifier aiſément, en examinant combien le dernier point *G* eſt plus vers le Sud & plus vers l'Oueſt que le point de *Partance A.*

254. Nous nous ſommes diſpenſés de tracer ſur la Carte les triangles dont les routes *AD*, *DE*, &c. ſont les hypothénuſes ; & il faut que les Pilotes s'accoutument à pointer leurs Cartes ſans y tracer aucune ligne. Nous avons marqué, pour la facilité de l'explication, le point *P* qui eſt exactement ſur le même parallele que le point de Partance *A*, & ſur le même Méridien que le dernier point d'arrivée G. Ainſi l'eſpace *AP* exprime la quantité ($74\frac{1}{3}$ lieues) dont on a avancé en tout vers l'Oueſt par les quatre routes ; pendant que *PG* marque la quantité ($39\frac{1}{4}$ lieues) dont on a avancé vers le Sud, eu égard à tout ; & c'eſt à quoi nos quatre routes *ſe réduiſent.*

SECOND PROBLÊME.

255. *On connoît le rumb de vent qu'on a ſuivi, & la latitude par laquelle on eſt arrivé : on demande les lieues qu'on a courues, & la quantité dont on a avancé vers l'Eſt ou vers l'Oueſt, & qui produit le changement en longitude ?*

Suppoſons qu'on ſoit parti du point *A*, proche de l'Iſle d'Oüeſſant dans la Carte de la Manche, & qu'ayant couru aſſez conſidérablement au *NE*, on ait obſervé la latitude à la fin de cette route, & qu'on ſe ſoit trouvé par 50 degrés,

On ſe ſervira de deux compas ; l'un pour tracer la route parallélement au *NE* ſur la Carte, & l'autre pour reconnoître quand on ſera parvenu vis-à-vis du point de 50 degrés de latitude. Si l'on prend avec ce ſecond compas la diſtance du point de 50 degrés au haut du Méridien gradué, on fera enſorte que le point *C* ſoit à la même diſtance du parallele qui termine la Carte par en-haut. Le point *C* étant déterminé, on meſurera le chemin *AC* qui ſe trouvera de 40 lieues ; & on verra que la quantité *AD*, dont on a avancé vers l'Eſt, eſt de $28\frac{1}{2}$ lieues.

TROISIEME PROBLÊME.

256. *On connoît la longueur du chemin qu'on a fait, & la latitude par laquelle on eſt arrivé : on demande le rumb de vent qu'on a ſuivi, & la quantité dont on a avancé vers l'Eſt ou vers l'Oueſt.*

On eſt, par exemple, parti du point *A* dans la Carte de la Manche, & ayant couru 40 lieues entre le Nord & l'Eſt, on eſt arrivé par 50 degrés de latitude. Je n'ai qu'à prendre 40 lieues ſur l'échelle, & les portant depuis le point *A*, je fais enſorte que l'autre pointe du compas tombe en *C* par 50 degrés de latitude. Le point *C* ſera le lieu de l'arrivée, & l'intervalle *AD* de $28\frac{1}{2}$ lieues ſera la quantité dont on aura avancé vers l'Eſt.

257. Il reſte encore à trouver le rumb de vent : nous le découvrirons en choiſiſſant celui qui peut nous conduire du point *A* au point *C*. Si on ſuit le $NE\frac{1}{4}N$, ou une parallele à ce rumb de vent, on paſſera beaucoup au-deſſus du point *C* : on paſſera au contraire beaucoup au-deſſous, en prenant le $NE\frac{1}{4}E$; mais en ſuivant le *NE*, on ſe rendra exactement d'un point à l'autre. On évitera tout tâtonnement en tendant un fil ſur les deux points, ou bien en ſe ſervant d'une regle au lieu de fil. On prendra avec un compas la diſtance du centre de la roſe au fil ou à la regle, & cet intervalle, tranſporté depuis *A* vers *B*, marquera tout d'un coup en *B* le rumb de vent convenable. Pendant qu'une des pointes du compas tracera enſuite la route du

Navire, en suivant la regle depuis le point A jusqu'au point C, l'autre pointe tracera le rumb de vent, qui passera par le centre de la rose.

QUATRIEME PROBLÊME.

258. *Le point du départ & celui de l'arrivée étant donnés, on demande le rumb qu'il faut suivre pour se rendre de l'un à l'autre, & la quantité de chemin qu'il faut faire?*

Il semble que ce Problême devroit être proposé le premier : on ne peut gueres manquer lorsqu'on veut se rendre d'un Port à un autre, de chercher d'avance la route qu'il faut embrasser, & les lieues qu'il faut courir. Mais nous verrons dans la suite qu'on ne se sert presque jamais de cette route plus courte; & d'ailleurs l'ordre le plus naturel, en fait d'explications, c'est celui qui est le plus propre à les rendre claires. L'échelle des lieues met toujours en état de mesurer la distance d'un endroit à l'autre; & quant au rumb de vent, on le découvrira de la même maniere que dans le Problême précédent.

Si on demande, par exemple, la route qu'il faut tenir pour aller de l'Isle d'Oüessant à l'Isle de Wight, on verra aisément dans la Carte de la Manche que le $NE\frac{1}{4}E$ conduit trop à l'Est, & que le NE conduit trop au Nord. La direction qu'il faut suivre, est donc entre les deux : c'est à peu près le NE 4° E; car il faudra prendre à peu près le tiers de la distance du SO au $SO\frac{1}{4}O$; mais le SO 4° O devient le NE 4° E, lorsqu'on va dans le sens contraire, ou qu'on monte au lieu de descendre. On trouvera, si on le veut, sans nul tâtonnement, ce même rumb de vent, en mettant une regle depuis l'Isle d'Oüessant jusqu'à l'Isle de Wight, & en prenant la plus courte distance du centre de la rose à la regle. La distance d'Oüessant à l'Isle de Wight se trouvera d'environ 64 lieues.

259. *Second Exemple du quatrieme Problême.* Nous avons, en partant du point A des environs de Bellisle & de l'Isle-d'Ieu, dans la seconde Carte, couru successivement plusieurs routes AD, DE, EF, FG, & nous voulons les

réduire en une ſeule; nous voulons ſavoir le chemin & rumb que nous avons faits en ligne droite, depuis le poi[nt] de partance *A* juſqu'au point d'arrivée *G*; il eſt évident qu[e] c'eſt un quatrieme Problême. Les routes dont il s'agit, ſo[nt] équivalentes à une ſeule de 85 lieues courues à l'*O S O* 5° qui nous porte $39\frac{1}{4}$ lieues au Sud, & $74\frac{1}{3}$ à l'Oueſt.

260. *Troiſieme Exemple du quatrieme Problême ſur l[a] Carte réduite.* On demande la diſtance de l'Iſle-de-Fer à l[a] Martinique, & le rumb de vent qui conduit de l'une à l'au-tre? On trouvera que la premiere de ces Iſles eſt preſque par 28 degrés de latitude Nord, & que la ſeconde eſt dans le quinzieme degré de latitude auſſi Nord, & par environ 315° 30′ de longitude. Le rumb de vent eſt à peu près l'*O S O* 4° 30′ *O*, tous les autres rumbs conduiroient en-deſſus ou en-deſſous de la Martinique.

261. Quant à la longueur du chemin, ſa meſure naturelle, comme nous l'avons expliqué dans l'autre Chapitre (NN°. 239 & 240,) eſt la portion du Méridien gradué, compriſe depuis une latitude juſqu'à l'autre. On peut prendre le tiers ou le quart de cet intervalle pour ſervir de meſure; on peut ajouter ce tiers ou ce quart, ou toute autre partie, à l'intervalle entier; & l'opération ſera toujours légitime, pourvu que la diſtance d'un lieu à l'autre ſoit exactement meſurée à proportion de l'eſpace entier qu'occupe ſur le Méridien la différence en latitude. Il n'y a pas d'inconvénient néanmoins dans la pratique à embraſſer immédiatement quelques degrés de plus ou de moins que la différence en latitude pour ſervir de meſure; on obſerve ſeulement, ſi l'on prend un ou deux degrés de plus ou de moins par en haut, de prendre auſſi un ou deux degrés de plus ou de moins par en bas; afin de faire une eſpece de compenſation. Si on ouvre le compas dans le cas préſent depuis 15 degrés juſqu'à 27, on aura 12 degrés, ou 240 lieues, & ſi on les répete trois fois, on aura 720 lieues; mais ce ne ſera pas encore toute la diſtance de l'Iſle-de-Fer à la Martinique. On peut prendre le reſte, & le porter vers le milieu de la différence en latitude, ou le comparer à la longueur des

12

12 degrés : on verra qu'il eſt d'environ 120 lieues. Ainſi la diſtance d'une Iſle à l'autre eſt d'environ 840 lieues.

262. *Quatrieme Exemple du quatrieme Problême ſur la Carte réduite.* On demande le rumb qu'il faut ſuivre, & le nombre de lieues qu'il faut faire pour aller de la Bermude à l'Iſle de Madere ? Comme ces deux Iſles ſont par des latitudes peu différentes, on ne peut employer comme échelle, dans la rigueur, qu'une très-petite partie du Méridien gradué ; & l'opération devient plus difficile & moins exacte. Cependant comme l'inégalité, entre les degrés marqués ſur la Carte, n'eſt pas grande en cet endroit, on peut embraſſer, d'une ſeule ouverture de compas, 100 lieues, ou 5 degrés, depuis 32 degrés de latitude juſqu'à 37 ; il faut répéter ces 100 lieues huit fois pour meſurer toute la diſtance, & on verra qu'il y a encore de plus 38 ou 39 lieues. Le rumb de vent eſt à peu près l'*E* 1° 30′ Sud.

CINQUIEME PROBLÊME.

263. *Le rumb de vent étant donné & la longitude de l'arrivée, on demande la latitude de l'arrivée & la longueur du chemin, ou les lieues de diſtance ?*

Si l'on part de la Martinique, & qu'on ait ſinglé à l'*E N E* 4° 30′ *E*, juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu ſur le premier Méridien, il ſera très-facile de trouver ſur la Carte réduite le point où l'on eſt arrivé. En ſuivant l'*E N E* 4° 30′ *E*, & en ne s'arrêtant que lorſqu'on ſe trouve par 360 degrés de longitude ou par zéro, on aborde à l'Iſle-de-Fer même. Pour meſurer enſuite la longueur du chemin, il faut employer, ainſi que nous l'avons déja fait, la différence en latitude comme meſure. Je prends 14 degrés depuis 14 degrés juſqu'à 28. Ces 14 degrés valent 280 lieues, & en les répétant trois fois, ils me donnent 840 lieues pour la diſtance d'une Iſle à l'autre.

SIXIEME PROBLÊME.

264. *On connoît la longueur du chemin & la longitude de l'arrivée ; on demande le rumb de vent qu'il a fallu ſuivre & la latitude de l'arrivée ?*

Ce Problême ne peut ſe réſoudre, dans la rigueur, que ſur la Carte réduite ; & il ſuppoſe même quelque tâtonnement ; c'eſt à peu près la même choſe du premier Problême. On eſt toujours ſujet à quelque tâtonnement, ſur la Carte réduite, toutes les fois qu'il s'agit de meſurer

le chemin, & qu'on ne connoît pas encore les deux latitudes, celle du départ & celle de l'arrivée.

Supposé qu'ayant parti de l'Isle-de-Fer, & couru 840 lieues entre le Sud & l'Ouest, nous nous trouvions par 315° 30′ de longitude; nous ne savons pas le nombre de degrés de latitude qu'il nous est permis de prendre pour échelle; nous ne le savons pas, parce que nous ignorons notre latitude de l'arrivée. Nous feindrons donc au hazard que nous sommes arrivés par 23 degrés de latitude-Nord, & nous prendrons 100 lieues depuis ces 23 degrés jusqu'à 28 qui sont au-dessus. Mais on s'appercevra que les 5 degrés qu'on emploie sont trop grands, parce qu'en les répétant huit fois, & en mettant encore 40 lieues de plus, pour faire les 840 lieues, on arrive beaucoup plus bas que 23 degrés de latitude, si l'on veut en même temps que le point soit par 315° 30′ de longitude. Ainsi il faut nécessairement faire plusieurs tentatives; & on ne doit se trouver satisfait que lorsque l'intervalle qu'on a pris pour mesure, convient avec la latitude par laquelle on arrive effectivement, & qui est 14° 30′ dans cet exemple. Au surplus ce Problême vu l'état actuel de la Navigation, & la privation où nous nous trouvons de méthode immédiate & commode pour déterminer la longitude en Mer, n'est pas d'une utilité présente.

I I.

Moyen de marquer sur la Carte le Point où l'on est à la vue de deux Terres, avec plusieurs autres Operations ou Pratiques importantes.

265. Lorsqu'on se trouve à la vue de deux Terres, on peut, après les avoir relevées avec la Boussole ou le compas de variation, marquer fort aisément sur la Carte l'endroit où l'on est. Supposons qu'on puisse voir Bellisle d'assez loin, de même que l'Isle-d'Ieu, & que la premiere de ces Isles reste au $N\frac{1}{4}NE$, & l'autre à l'$E\frac{1}{4}SE$. Nous prendrons, avec un compas ordinaire, la distance du milieu de Bellisle au $N\frac{1}{4}NE$ dans notre seconde Carte, & faisant glisser une des pointes du compas le long du rumb de vent en descendant, l'autre pointe tracera une ligne parallele, qui sera la direction du $S\frac{1}{4}S\,O$ par rapport à Bellisle; mais le $N\frac{1}{4}NE$ par rapport au point comme A, d'où on voit Bellisle. Nous prendrons en même temps, avec un autre

compas, la diſtance de l'Iſle-d'Ieu à l'$E\frac{1}{4}SE$, & traçant une ligne parallele à ce ſecond rumb de vent, nous aurons une ſeconde direction, & le concours des deux nous donnera le point A où nous nous trouvons néceſſairement. De ce point Belliſle reſte au $N\frac{1}{4}NE$, & l'Iſle-d'Ieu à l'$E\frac{1}{4}SE$; car ſi on ſuivoit l'un ou l'autre de ces rumbs de vent, on iroit rencontrer l'une ou l'autre Iſle.

266. On ſe ſert ordinairement de cette pratique pour marquer ſon point de *Partance* ſur la Carte, lorſqu'on entreprend un voyage de long cours. Le ſoir, lorſqu'on eſt à la veille de perdre les Terres de vue, on en releve deux avec la Bouſſole; ce qui vaut beaucoup mieux que de n'en relever qu'une, & d'eſtimer à quelle diſtance on en eſt. Cependant il faut quelquefois avoir recours à ce ſecond moyen de fixer le commencement de ſa Navigation : on y eſt néceſſairement obligé lorſqu'on part d'une petite Iſle, & lorſqu'elle eſt ſeule.

Tranſporter un Point d'une Carte dans une autre.

267. Lorſqu'en pointant une Carte on ſe trouve à une de ſes extrémités, il faut paſſer dans une autre où ſoient marqués les mêmes endroits par leſquels finit la premiere. Alors on tranſporte le point d'une Carte dans l'autre, en le mettant à la même diſtance & au même rumb de vent par rapport à la même Terre; & en obſervant de meſurer cette diſtance dans chaque Carte, avec ſa propre échelle.

268. *Exemple.* Suppoſons qu'en partant de Belliſle on ait fait 40 lieues à l'ONO, & qu'enſuite on ait viré de bord & fait 45 lieues au NE. La premiere route tracée dans celle de nos Cartes, qui repréſente une partie des côtes de France & d'Eſpagne, nous portera au point B. C'eſt dans ce point où on a viré de bord pour faire 45 lieues au NE; mais comme la Carte ne s'étend pas aſſez vers le Nord, je diviſe la ſeconde route en deux parties pour en tracer une ſur chacune des deux Cartes dont je me ſers. En partant du point B,

je continue à faire le *NE* jufqu'à ce que je me trouve fur le parallele d'Oüeffant, ou fur la même ligne Eft & Oueft que cette Ifle. Je termine donc la premiere partie de ma feconde route au point *C*; & je remarque que je fuis éloigné de $5\frac{1}{2}$ lieues d'Oüeffant du côté de l'Oueft, & que j'ai déja fait 15 lieues de ma feconde route. Ainfi il me refte encore 30 lieues à courir dans l'autre Carte, qui eft celle de la Manche. Mais il faut, avant toutes chofes, tranfporter le point *C* d'une Carte dans l'autre. Je place ce point en *K* à $5\frac{1}{2}$ lieues à l'Oueft d'Oüeffant, en me fervant de l'échelle de cette feconde Carte; le point *K* me tient lieu du point *C*; je cours de ce point *K* 30 lieues au *NE*, & j'arrive au point *M* qui eft l'extrémité de ma feconde route.

269. L'opération eft la même lorfqu'on paffe d'une Carte réduite dans une autre; & on a même toujours un fecours de plus; parce qu'il fuffit, pour tranfporter le point, de le mettre par la même latitude & la même longitude. Mais il faut toujours s'affurer auparavant, fi le premier Méridien eft abfolument le même dans les deux Cartes. Lorfque ces Méridiens font différents, il faut réduire une longitude à l'autre. Suppofé que le premier Méridien, dans une des Cartes, paffe par l'Ifle-de-Fer, & que dans l'autre il paffe par l'Obfervatoire de Paris, il y aura, entre toutes les longitudes, 20 degrés de différence dont Paris eft plus vers l'Orient que l'Ifle-de-Fer. Les longitudes feront plus petites dans la feconde Carte de cette quantité. Si l'on eft par 330 degrés de longitude par rapport à l'Ifle-de-Fer, on ne fera que par 310 par rapport à Paris : ainfi ces deux nombres doivent fe répondre exactement dans les deux Cartes; ils doivent marquer les mêmes endroits, auffi-tôt que les latitudes font auffi les mêmes. Si l'on eft par 5 degrés de longitude par rapport à l'Ifle-de-Fer, c'eft précifément comme fi l'on étoit par 365 degrés : & retranchant 20 deg. de cette longitude, on la réduira à 345 degrés pour Paris.

270. La différence eft beaucoup moins grande entre les premiers Méridiens qui paffent par l'Ifle-de-Fer & par le Pic de Ténérife; c'eft ce qui fait qu'on pourroit s'y tromper,

beaucoup plus aisément. Un de ces Méridiens est éloigné de l'autre d'environ 2° 3′, il faut bien se ressouvenir que l'Isle-de-Fer étant la plus occidentale des Canaries, toutes nos longitudes sont plus grandes, aussi-tôt qu'on les compte de l'Ouest vers l'Est. Ainsi pour réduire nos longitudes Françoises aux Hollandoises, qui se comptent depuis le Pic de Ténérife, il faut retrancher 2° 3′ des nôtres. Si on veut, au contraire, réduire les longitudes Hollandoises aux Françoises, il faut ajouter 2° 3′ aux Hollandoises.

De la maniere de corriger le Point sur la Carte, après qu'on a observé la Latitude.

271. Si le Pilote, en observant sa latitude, en trouve une qui ne s'accorde pas avec celle que lui fournit la réduction de ses routes sur la Carte, c'est une marque qu'il s'est trompé dans l'estime qu'il a faite de son chemin, ou qu'il n'a pas réussi à déterminer assez exactement le rumb sur lequel il a couru. On trouve immédiatement la latitude avec une très-grande précision en observant le Ciel; & on est presque toujours sûr de l'exactitude de l'observation : au lieu qu'on est exposé, dans la Navigation, à une infinité de différentes causes d'erreurs qui empêchent de connoître la direction qu'on suit, & la vîtesse du sillage. On peut se tromper, & même de plus d'un degré, en travaillant à découvrir la variation de la Boussole. La dérive est très-difficile à déterminer exactement; les mouvements secrets de la Mer alterent non-seulement le sillage ou la longueur du chemin, ils alterent aussi la direction de la route. L'agitation réitérée & continuelle des vagues est encore un autre obstacle qui empêche le Navigateur de compter sur l'exactitude de ses déterminations; le Navire ne marche presque jamais constamment sur la même ligne; il se meut presque continuellement par *élans*, en s'écartant tantôt d'un côté, & tantôt de l'autre, du rumb qu'on veut suivre; & ces élans faits de part & d'autre, ne sont pas parfaitement égaux. Le Pilote n'est que trop excusable après tout cela, si, malgré ses plus

grands ſoins, il eſt encore ſujet à commettre des erreurs très-conſidérables. Un des moyens qu'il a de s'en appercevoir, mais qui malheureuſement eſt trop borné, c'eſt d'obſerver la latitude toutes les fois que l'occaſion s'en préſente.

Voy. la Carte de la Manche.

272. Suppoſons qu'en partant des environs de l'Iſle d'Oüeſſant, du point *A* dans la Carte de la Manche, nous ayons fait les routes *AC*, *CE*, & *EG*, & que le Ciel ait été couvert pendant toute cette navigation ; ce qui eſt cauſe que nos routes ne ſont qu'*eſtimées*, c'eſt-à-dire, que ce n'eſt que ſur le ſimple témoignage du Loch, & ſur l'uſage que nous avons fait de la Bouſſole, que nous croyons être arrivés en *G*. Lorſqu'on navigue dans le voiſinage des Terres, on ſe conduit en partie par les ſondes ; mais nous faiſons ici abſtraction de ce ſecours qu'on tire de la connoiſſance du *fond* ; nous ſuppoſons ſeulement qu'arrivés en *G*, nous avons vu le Ciel, & qu'ayant obſervé la latitude, nous l'avons trouvée de 50° 10′, & non pas de 49° 50′, comme elle eſt indiquée ſur notre Carte. Il ne nous eſt pas permis de douter après cela que nous ne nous ſoyons trompés dans notre eſtime : nous croyions être arrivés en *G*, mais nous ſommes arrivés 20 minutes plus haut ; & il faut donc néceſſairement tranſporter notre point vers le Nord. C'eſt à cette opération qu'on donne dans la marine le nom de *Correction*.

273. Les Pilotes diſtinguent ordinairement trois Corrections, dont ils ſe ſervent ſelon les différents rumbs qu'ils ont ſuivis. Nous aurons occaſion de nous expliquer davantage ſur ce ſujet : nous nous bornerons à dire ici que, ſi nous n'avons aucune raiſon de ſoupçonner que nous nous ſoyons plutôt trompés en plus qu'en moins, quant à la longitude, nous devons croire que nos routes ſe ſont faites ſeulement un peu plus vers le Nord ; & il nous faut tranſporter ſimplement notre point eſtimé *G* en *P* ſur la même ligne Nord & Sud, par 50° 10′ de latitude, comme le preſcrit l'obſervation à laquelle nous devons ajouter foi. Souvent on a lieu de penſer que les erreurs ſont plutôt dans un certain ſens que dans l'autre. Le voiſinage des Terres détermine

presque toujours les courants à se mouvoir vers un certain côté : le vent, outre cela, entraîne les eaux de la surface de la Mer selon sa propre direction ; mais si on a déja eu égard à toutes ces choses, & qu'on ne sache pas si l'erreur qu'on commet peut-être encore, porte vers l'Est ou vers l'Ouest, il semble qu'on n'a point d'autre parti à prendre que de corriger simplement le point G pour la latitude, en le mettant en P. Au reste, il faut se ressouvenir que ces sortes d'opérations se ressentent toujours des conjectures sur lesquelles elles sont fondées. Quand même l'observation donneroit exactement 49° 50′ pour la latitude, on ne seroit pas sûr de ne s'être pas trompé dans son estime. Il n'y auroit point d'erreur quant à la latitude; mais on pourroit être plus vers l'Est ou plus vers l'Ouest.

CHAPITRE VII.

Remarques générales sur la Navigation, sur la maniere de s'approcher de Terre, de sonder, &c.

I.

274. C'EST cette incertitude de la Navigation, par rapport à la longitude, qui est cause que lorsqu'on veut aller d'un Port à un autre, qui en est considérablement éloigné, on ne tente jamais de s'y rendre par le rumb de vent le plus direct. Si nous partons de quelque Port de France dans l'Océan, pour aller à la Martinique, nous courons d'abord assez à l'Ouest pour *décaper*, c'est-à-dire, pour s'éloigner assez des Terres, qu'il n'y ait pas à craindre d'y être rejetté par le gros temps, ni de rencontrer quelque Cap, & surtout le Cap Finistere, lorsque nous dirigerons notre route vers le Sud. Deux raisons nous invitent ensuite à entrer promptement dans la Zone Torride; nous y trouvons des

vents toujours favorables qui viennent continuellement de l'Eſt. Ce ſont les vents qu'on nomme *Aliſés*, dont la force toujours la même, n'eſt pas ſujette à des repriſes comme celle des vents que nous reſſentons dans les autres Mers. En ſecond lieu, nous nous hâtons de nous mettre, par la latitude de la Martinique, 14° 30′, & nous n'avons enſuite qu'à courir préciſément à l'Oueſt : nous vérifions chaque jour, en obſervant la latitude, ſi nous ſuivons exactement cette route ; & de cette ſorte nous ne pouvons pas manquer de rencontrer l'Iſle, malgré l'imperfection de notre Art quant à la longitude.

275. Si, au lieu de nous conformer à cette regle générale, nous dirigions de fort loin notre route ſur la Martinique, nous pourrions, en nous trompant ſeulement de quelques degrés ſur le rumb de vent, paſſer à 50 ou 60 lieues de l'Iſle, au riſque de nous aller perdre ſur quelqu'autre Terre. Outre cela, comme nous ignorerions de quel côté nous nous ſerions trompés, en manquant notre but, nous ne ſaurions pas s'il faudroit l'aller chercher à l'Eſt ou à l'Oueſt. Nous évitons tous ces accidents, & nous aſſurons le ſuccès de notre navigation en pouſſant très-loin la précaution de nous mettre de bonne heure ſur le parallele du lieu de l'arrivée. Lorſque nous aurons des méthodes immédiates & commodes de déterminer la longitude en Mer, nous pourrons aller alors plus directement au lieu de notre deſtination. Cependant comme nous devons croire que les occaſions d'obſerver la longitude ſeront toujours moins fréquentes que celles de déterminer la latitude, on peut penſer que l'uſage préſent ne ſera jamais totalement abandonné.

276. On fait à peu près la même choſe lorſqu'on revient de l'Amérique en France : on dirige d'abord ſa route vers le Nord ; on ſe hâte de ſortir de la Zone Torride, afin de trouver des vents moins contraires ; on ſingle enſuite à l'Eſt, & on ſe met ſur une latitude qu'on choiſit, & qu'on ſuit conſtamment. Cette latitude regle l'*attérage*, & on prend exprès celle d'un Cap ou d'une Iſle dont on puiſſe

pprocher sans risque, & qu'on puisse appercevoir de plus oin. S'il s'agit de *doubler* un Cap fort éloigné, il faut se conformer à la même pratique pour aller d'abord le reconnoître. Supposé que ce Cap soit environné d'écueils à une rop grande distance, on ira en reconnoître quelque autre n-deçà qui assurera la longitude, & qui servira comme de nouveau point de Partance pour former l'espece de circuit qui doit comprendre la Terre qu'on veut doubler.

277. C'est sur cette regle générale, & sur la connoissance qu'on a des vents & des courants, qu'on doit dresser le plan de sa navigation. Les vents & les courants se dirigent vers l'Ouest dans presque toute l'étendue de la Zone Torride. Les premiers excitent les seconds : lorsque les vents soufflent long-temps du même côté, la surface de la Mer prend du mouvement dans le même sens. Mais les Terres qui sont dans la Zone Torride, détournent aussi les vents de leur premiere direction, & elles les en détournent d'une maniere qui est bien digne de remarque : les vents s'écartent de la ligne droite pour aller rencontrer les Côtes presque perpendiculairement. Il faut apparemment attribuer cet effet à la facilité qu'ont les Continents de s'échauffer plus que la Mer; ils communiquent leur chaleur à la partie basse de l'air qui se trouve au-dessus, cet air devenant plus léger, parce qu'il se dilate en s'échauffant, tend à s'élever; il cede en bas sa place, & il donne lieu à l'air des environs de survenir en refluant, & de s'élever à son tour après s'être échauffé; ce qui entretient une circulation continuelle, & ce qui fait que le vent souffle vers la Terre de tous les côtés. C'est ce qu'on remarque en divers endroits de la Mer des Indes & de celle du Sud, de même qu'à une certaine distance d'Afrique dans notre Océan. Une partie de l'air entre les deux Continents suit la direction des vents alisés, en allant vers l'Ouest, pendant que l'autre partie prend un autre chemin pour s'approcher de la côte d'Afrique; & l'espace du milieu, qui n'est gueres éloigné dans la Mer du Nord de l'intersection de notre premier Méridien & de l'Equateur, est souvent sujet à des calmes & à des orages que les Marins ne sauroient éviter avec trop de soin.

278. On verra à la fin de cet Ouvrage ſur une Car
réduite qui repréſente preſque tout le Globe terreſtre,
qui eſt principalement deſtinée à marquer de combien éto
la variation de la Bouſſole en 1700 & 1744, la directio
des vents réglés dans la Zone Torride & au dehors, juſque
vers le 31 ou 32me degrés de latitude, tant ſeptentrional
que méridionale. On a marqué les directions des vents pa
de foibles hachures, avec des fleches qui indiquent le ſen
dans lequel ſe fait le mouvement. On diſtinguera en diver
endroits un double rang de fleches, parce que les vents
changent de ſix mois en ſix mois, en prenant une directio
toute oppoſée. On donne le nom de *Monſons* à ces alterna
tives de vents contraires qui dépendent des cauſes que nou
venons d'indiquer, & qui n'ont effectivement lieu que dan
les parties de la Zone Torride où la Mer eſt interrompue pa
pluſieurs Terres. Toutes les autres circonſtances étant les
mêmes, l'air eſt toujours déterminé à ſe mouvoir vers les
Continents, où la chaleur du Soleil eſt actuellement la plus
forte.

279. La Mer participe à la fin aux changements de di-
rections du vent; & on juge aſſez que de ces mouvements il
en réſulte d'autres; ou parce que les eaux ſont plus ſujettes
à trouver des obſtacles, & qu'elles rejailliſſent par la ren-
contre des Côtes; ou parce que les eaux qui viennent rem-
placer celles que le courant principal entraîne, forment né-
ceſſairement des courants particuliers. Nous ne devons pas
entreprendre d'expliquer ces choſes en détail : il nous ſuffit
de bien perſuader les Lecteurs qu'elles ſont de la plus grande
importance, & qu'ils ne doivent rien négliger pour s'infor-
mer de tout ce qui a rapport aux voyages qu'ils vont entre-
prendre. On ſait que les Portugais ont fait autrefois, pendant
pluſieurs années, des tentatives inutiles pour doubler les
Caps de Non & Bajador, afin de pouſſer leurs découvertes
juſques dans l'Inde. Il n'y a pas même long-temps qu'on
mettoit, dans la Mer du Sud, plus d'un an pour faire le
voyage du Chili, lorſqu'on partoit du Callao qui eſt le Port
de Lima. Il ne tomboit dans l'eſprit de perſonne qu'il falloit

rendre le large pour chercher les vents favorables ou plus ariables, & pour se soustraire aux courants qui regnent le ong des Côtes.

I I.

De l'Ordre que les Pilotes doivent mettre dans la Réduction de leurs Routes.

280. Les observations que nous faisons en Mer de la titude, sont indépendantes les unes des autres; mais com-ne nous n'avons pas de semblables moyens pour déterminer otre longitude, & que nous ne réussissons qu'à la trouver peu près par la réduction de nos routes, nous ne saurions tre trop attentifs à n'en pas perdre le fil. Les Pilotes se par-agent en deux troupes pour *faire le Quart*, de même que out l'équipage, & chaque troupe veille alternativement. On écrit avec de la craie, sur une espece de tableau qu'on omme *Table de Loch*, le nombre de nœuds qu'on fait, le umb qu'on suit, la force & la direction du vent, & les au-res circonstances essentielles. C'est à cette Table que les Pilotes, qui se reposoient, ont recours, lorsqu'ils viennent e charger à leur tour du soin d'observer toutes les circons-ances de la navigation. On réduit toutes les routes chaque our, ordinairement d'un midi à l'autre, & le Pilote en fait ntrer au moins le résultat dans sa Relation journaliere.

281. La forme du Journal est indifférente à bien des gards, mais on trouvera un avantage considérable à le dis-ribuer par colonnes : on s'épargnera beaucoup d'écriture, & on aura la commodité dans un autre temps de retrouver beaucoup plus aisément, & d'un simple coup d'œil, les cho-es qu'on voudra y chercher. La Table suivante peut servir le modele : nous allons en parcourir les différents titres, à cause de la double utilité qui peut en résulter. En même temps que nous réglerons la distribution des articles, nous appercevrons mieux quelles sont les matieres sur lesquelles il nous reste encore à nous expliquer, ou sur lesquelles il fau-dra insister davantage dans la suite.

MODELE DE JOURNAL.

Jours du Mois.	Qualités du Vent.	Voilure du Navire.	Diſtance réduite eſtimée	Rumb réduit eſtimé.	Ampli tude du Soleil obſervée	Ampli-tude du Soleil calculée.	Variation de la Bouſſole.	Point eſtimé. Latitude eſtimée.		Point eſtimé. Longitude eſtimée.		Point corrigé. Latitude obſervée		Point corrigé. Longitude corrigée.	
								D.	M.	D.	M.	D.	M.	D	M.
Mardi 3	NE frais.		25 li.	O¼SO				20	19	349	56	20	30	349	20
Mercr. 4	NE fort.	Les quatre voiles majeures.	47 ½ li.	O 6 d. N	Occaſe Nord 12 deg. 30 min.	9 d. 2 m.	3 d. 28 m. NO	20	45	346	48				
Jeudi 5	Calme juſ-qu'à 8 h. matin. ENE foib.		8 li.	OSO 5 d. S				20	34	346	26				
Vendr. 6	E très-fort.		78 li.	OSO				19	5	342	35	19	25	342	35
Samedi 7	ESE très-fort.		79 li.	O				19	5	338	23				
Dim. 8															

283. On ſpécifie, à la tête du Journal, toutes les cir-
nſtances qui caractériſent le Navire dans lequel on eſt;
mme ſa grandeur, le nombre de pieds qu'il enfonce dans
au par l'avant & par l'arriere; & on indique auſſi la deſti-
tion du voyage, autant qu'on le peut. Si l'on ne donne
e 12 colonnes aux Tables, on aura au moins le ſoin de
ſſer à côté un aſſez grand eſpace pour pouvoir y marquer
e infinité de différentes particularités dont il eſt à propos
conſerver la note. Nous nous ſuppoſons actuellement en
ine Mer. La premiere colonne de notre Table indique
quantieme du mois; nous marquons dans la ſeconde les
alités du vent; on voit, par exemple, vis-à-vis du Mer-
edi 4, que le vent a été *NE*, aſſez fort; & de la maniere
nt nous comptons les jours, il faut que ce vent ait régné
puis le midi du Mardi 3, juſqu'au midi du jour ſuivant.
nſi lorſqu'il ſe fait quelque changement, nous le mettons
us un jour ou ſous l'autre, ſelon qu'il arrive avant ou
rès midi.

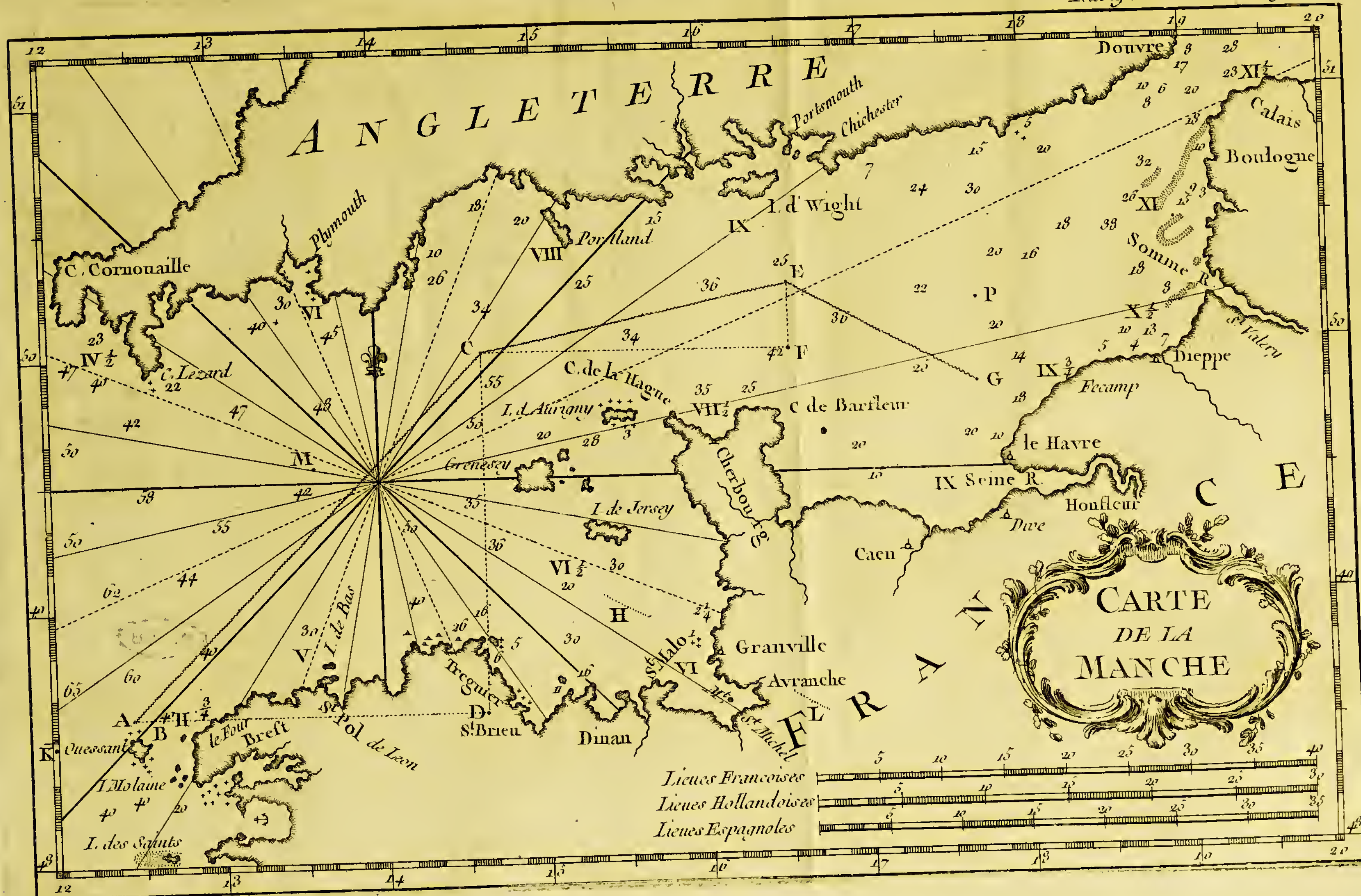
284. La troiſieme colonne ſpecifie le nombre des voi-
qui ſont déployées, & la maniere dont elles ſont orien-
s. Lorſqu'elles ſont diſpoſées obliquement par rapport à
quille, ou à la longueur du Navire, un de leurs angles
n bas eſt plus avancé vers la proue, & l'autre plus porté
rs la poupe. L'endroit du Navire où ſe termine vers l'a-
nt la grande voile, lorſqu'elle eſt diſpoſée le plus obli-
ement, ſe nomme l'*Amure*, & on ſpécifie ſi la voile eſt
urée du côté droit ou du côté gauche. Le côté droit du
vire répond à la droite du Pilote, qui regarde vers l'a-
nt. Ainſi ſi les voiles ſont orientées comme dans la *Fig*. 47,
dit qu'elles ſont amurées du côté droit ou du côté de
ibord, pour parler comme les Marins. Elles ſont en même
nps *bordées* ou tirées vers la poupe par l'autre angle, &
ſt du côté gauche ou de *Baſbord*.

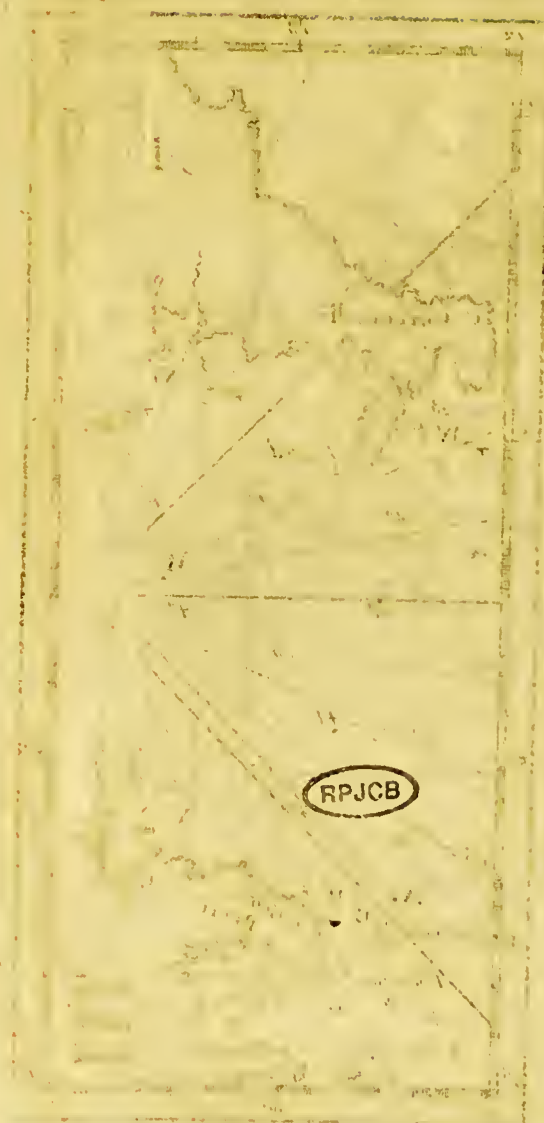
285. La quatrieme & la cinquieme colonnes marquent
chemin & le rumb eſtimés & réduits. On fait preſque
aque jour, d'un midi à l'autre, pluſieurs petites routes;
is elles ſont équivalentes à une ſeule, de même que les

quatre routes particulieres *AD*, *DE*, *EF*, *FG* ſe réduiſent à une ligne droite qu'on tireroit de *A* en G dans notre ſeconde Carte. On a donc marqué $47\frac{1}{2}$ lieues à l'*O* 6° *N.* vis-à-vis du Mercredi 4, parce que toutes les petites routes qu'on ne rapporte pas en détail, mais qu'on a faites depuis le Mardi 3 à midi juſqu'au 4 à midi, ſont équivalentes à une ſeule route de $47\frac{1}{2}$ lieues courues ſur l'*O* 6° *N*. Nous pouvons nous diſpenſer de répéter que la quantité du chemin de chaque route particuliere a été meſurée avec le Loch, & que le rumb de vent, que nous regardons comme eſtimé, a cependant déja été corrigé de l'erreur de la dérive & de celle que produit la variation de la Bouſſole. Nous le nommons *eſtimé*, malgré toutes ces corrections; parce qu'il peut encore ſe trouver ſujet à de très-grandes erreurs, de même que la quantité du chemin.

286. Les trois colonnes ſuivantes ont rapport à la variation de la Bouſſole, dont la connoiſſance a ſervi à rectifier les rumbs de vent déja marqués. Ces trois colonnes auront ordinairement de grands vuides, parce qu'on n'obſerve pas en Mer la variation auſſi ſouvent qu'on le ſouhaiteroit. On ſe reſſouvient qu'il faut obſerver à combien de diſtance le Soleil ſe leve ou ſe couche de l'Eſt ou de l'Oueſt de la Bouſſole (198), & qu'on compare cette diſtance avec celle que fournit le calcul. L'une eſt l'amplitude obſervée, & l'autre l'amplitude calculée. Les amplitudes occaſes, marquées vis-à-vis du Mercredi 4, appartiennent au Mardi au ſoir, à cauſe de notre maniere de compter les jours.

287. La neuvieme & la dixieme colonnes marquent la latitude & la longitude du point eſtimé. On y voit, pour chaque midi, l'endroit de la Mer où le Pilote croit être; c'eſt ici ſon point eſtimé, qu'il entreprend de corriger, lorſque le Ciel lui permet d'obſerver la latitude. Il l'obſerva le 3 à midi, & il corrigea en conſéquence ſon point dont la latitude & la longitude ſont marquées dans la onzieme & la douzieme colonnes. Le Pilote employa enſuite les latitude & longitude de ce jour-là, pour trouver celles du 4 & du 5 par le moyen des routes eſtimées; mais comme il n'eut


CARTE
DE LA
MANCHE
ANGLETERRE
FRANCE
Douvre
Calais
Boulogne
Portsmouth
Chichester
I. d'Wight
Plymouth
Portland
C. Cornouaille
C. Lezard
C. de la Hague
I. d'Aurigny
C de Barfleur
Cherbourg
Grenesey
I. de Jersey
Somme R.
St. Valery
Dieppe
Fecamp
le Havre
Seine R.
Honfleur
Dive
Caen
Granville
Avranche
St. Michel
St. Malo
Dinan
St. Brieu
Treguier
St. Pol de Leon
I. de Bas
Brest
le Four
Ouessant
I. Molaine
I. des Saints
Lieues Francoises
Lieues Hollandoises
Lieues Espagnoles



Carte du Golphe de Gascogne

Lieues Françoises 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

FRANCE

ESPAGNE

I. d'Ouessant
Brest
Bec de Chèvre
I. des Saints
Quimper
N. D. de Joye
Hennebon
I. de Groix
Vanne
Quiberon
Belisle
Houat
Hedic
la Loire R.
Nantes
I. de Noirmoutier
I. Dieu
St. Gilles
Luçon
I. de Ré
la Rochelle
Rochefort
I. d'Oleron
Garonne R.
Blaie
Bourdeaux
C. Feret
Bassin d'Arcachon
Boucaut de Memisan
Boucaut de Lon
C. Breton
Pau
Bayonne
Fontarabie
C. Machicaco
Bilbao
S. Andero
S. Vincent
Villa Viciosa
Aviles
C. de Pinas
I. et C. S. Ciprian
S. Ciprian
C. Ortegal
Ferol
I. de Cisargue
la Corogne
C. Villane
C. Finisterre

A B C D E F G P

CARTE RÉDUITE, Par M. Bouguer



A Paris chez H.L. Guerin et De la Tour

nt d'obſervation de latitude ces deux mêmes jours, ſa
vigation n'eſt qu'eſtimée. Le 6 il obſerva la latitude de
° 25′ lorſqu'il croyoit être par 19° 5′, & il dût alors cor-
er ſon point, au moins quant à la latitude.

288. On continue ainſi, de jour en jour, juſqu'à la fin
ſa navigation; mais on doit ſe tenir ſur ſes gardes dans le
nps même qu'on ſe croit encore aſſez loin de Terre, & ne
nner toujours qu'une médiocre confiance à ſon travail. Il
t aller de nuit à petites voiles, lorſqu'il n'y a point en-
re de péril à craindre; & il eſt même de la prudence quel-
efois, lorſque les nuits ſont longues & obſcures, de re-
ndre un peu le large, c'eſt-à-dire, de courir non pas pa-
lélement à la Côte, mais de s'en écarter de quelque quart
vent. L'uſage de la Sonde eſt d'un grand ſecours dans
s rencontres. Il ſuffit quelquefois de ſavoir combien il y a
fond ou de profondeur d'eau pour pouvoir, avec l'obſer-
tion de la latitude, marquer ſur la Carte l'endroit où l'on
. On trouve, dans certains parages, le fond à plus de
o lieues de diſtance de Terre; & il va inſenſiblement en
ontant à meſure qu'on avance.

289. Les Pilotes ont des Livres qu'ils conſultent &
'ils nomment *Routiers*. Ces Livres indiquent, non-ſeule-
ent la profondeur de l'eau, mais toutes les qualités du
nd : ils marquent ſi ce fond eſt de vaſe, ou de ſable, mêlé
coquilles, de petites pierres colorées, &c. Toutes les dif-
rences qu'on peut reconnoître par la Sonde, ſe réduiſent
inq ou ſix; & on pourroit fort aiſément les écrire en abré-
ſur les Cartes mêmes, à côté des braſſes d'eau. Les let-
s initiales ſuffiroient, ou bien on employeroit quelques
tres marques qu'on expliqueroit dans quelque endroit de
Carte.

III.

De la Maniere de Sonder.

290. Il eſt très-facile de ſonder dans les Mers peu
ofondes; mais l'opération eſt longue & pénible, lorſqu'en

venant de loin, on veut ſonder dans des endroits où il
une grande profondeur d'eau. Il faut alors ſe ſervir de
des ou de lignes de ſonde beaucoup plus groſſes, & on
auſſi obligé de mettre à l'extrémité des poids beaucoup
peſants, des plombs, par exemple, de 60 ou 80 livres
lieu de ceux de 20 ou 30 livres qui ſuffiſent ordinairem
Ces poids ont la forme conique ou de pains de ſucre, &
ont toujours en-deſſous un creux dans lequel on met
ſuif. Cette matiere, en s'appuyant ſur le fond, ſe cha
de quelques-unes des parties terreſtres qui ſont en-bas,
reçoit l'impreſſion du rocher, s'il n'y a rien autre choſe.

291. On ne peut pas ſonder pendant que le Navire
voile; car le choc de l'eau empêcheroit le plomb de deſc
dre, & expoſeroit la ligne à ſe rompre. Il faut donc néc
ſairement s'arrêter, ou mettre côté à travers. Pluſieurs M
telots ſe mettent autour du Navire par dehors; ils ſouti
nent la ligne; & lorſque tout eſt prêt, ils lâchent à leur t
la portion qu'ils tenoient, & ils ne la lâchent qu'autant q
eſt néceſſaire, afin de ſentir, s'il eſt poſſible, la diminuti
que doit recevoir tout-à-coup le poids total, lorſque
plomb vient à s'appuyer ſur le fond.

CHAPITRE VIII.

Du Flux & Reflux de la Mer.

I.

292. LORSQU'ON eſt parvenu à l'ouverture d'un Por
on ne peut pas toujours y entrer, quoique le vent ſoit f
vorable : il faut ſouvent attendre le flux, ou que la Mer ſo
pleine, ſi on eſt ſur les côtes de l'Océan; & l'aſſujétiſſeme
eſt à peu près le même lorſqu'on veut ſortir du Port. Tou
le monde ſait que nos Côtes ſont ſujettes à une eſpece d'i
nondation, de la part de la Mer, deux fois le jour. Les eau
montent pendant environ ſix heures : ce mouvement, qu
eſ

.t quelquefois assez rapide, & par lequel la Mer vient courir nos plages, se nomme le *flux* ou le *flot*. Les eaux, lorsq'elles sont parvenues à leur plus grande hauteur, restent peine un demi-quart d'heure dans cet état : la Mer est alors *eine*, ou elle est *étale*. Elle commence ensuite à descen-e, & elle le fait pendant 6 heures, qui forment le temps ı *reflux*, de l'*ébe* ou du *jusant*. La Mer, en se retirant, par-ent à son plus bas terme, qu'on nomme *basse Mer*, & elle monte presque aussi-tôt. Il se fait un autre flux, qui dure galement six heures, & ainsi toujours de suite.

293. Chaque mouvement de la Mer n'est pas précisé-ent de six heures; elle met ordinairement un peu plus à enir, & un peu plus à s'en retourner. Ces deux mouve-ents contraires sont même considérablement inégaux dans rtains Ports, principalement dans l'entrée des rivieres ; ais les deux ensemble sont toujours plus de 12 heures; ce ii est cause que la pleine Mer, ou chaque *marée*, ne se fait is à la même heure le soir que le matin. Elle arrive environ 4 minutes plus tard ; & d'un jour à l'autre il se trouve 48 49 minutes de retardement. C'est-à-dire, que s'il est pleine ler aujourd'hui dans un Port à 9 heures du matin, il n'y ra pleine Mer ce soir qu'à environ 9 heures 24 minutes, demain à 9 heures 48 minutes du matin, & le soir à 10 eures 12 minutes. C'est aussi la même chose à l'égard des asses Mers; elles retardent d'un jour à l'autre d'environ 8 minutes, & du matin au soir de 24 minutes.

294. Ce retardement étant connu, on peut, si l'on a é attentif à l'instant de la marée un certain jour, prévoir à uelle heure il sera pleine Mer dans le même Port un autre ur, & faire ses dispositions à propos, si on est dans un Na-re, pour sortir du Port ou pour y entrer ce jour-là. Com-ie si on avoit remarqué que la haute Mer est arrivée un ertain jour à 8 heures & demie du soir, & si on vouloit sa-oir à quelle heure elle arriveroit 6 jours après, il n'y auroit videmment qu'à multiplier 48 par 6, & on auroit 4 heures 8 minutes pour le retardement cherché : donc l'heure de pleine Mer arriveroit à 1 heure 18 minutes du matin.

I I.

De l'Accord qu'il y a entre le Flux & le Reflux, & les Mouvements du Soleil & de la Lune.

295. Les marées ne ſe faiſant pas à la même heure chaque jour, c'eſt une marque qu'elles ne dépendent pas uniquement du mouvement du Soleil. Elles dépendent beaucoup davantage du mouvement de la Lune, qui retarde également de 48 min. chaque jour à revenir aux mêmes points du Ciel, comme nous l'expliquerons dans la ſuite. On dit que la Lune eſt *nouvelle*, lorſqu'elle paſſe vis-à-vis du Soleil, parce qu'on ceſſe alors de la voir, & qu'elle doit reparoître peu de temps après, ou comme ſe *renouveller*. Au bout de 15 jours la Lune ſe trouve à l'oppoſite du Soleil : elle paroît alors toute ronde, & on dit qu'elle eſt *pleine*. Mais lorſqu'elle eſt dans une poſition moyenne entre ces deux, ou, ce qui eſt le même, lorſqu'elle n'eſt éloignée du Soleil que de 90 degrés, ſoit après l'avoir quitté, ſoit lorſqu'elle vient le rejoindre, ſa partie lumineuſe n'eſt que comme la moitié d'un cercle ; & on nomme ces deux apparences ou *Phaſes*, les *Quadratures*, qui arrivent ſept jours & demi après les nouvelles ou pleines Lunes. Ce que nous venons de dire ſuffit pour faire entrevoir aux Lecteurs le parfait accord qu'il y a entre le flux & reflux, & les mouvements du Soleil & de la Lune. Les marées retardent tous les jours de 48 minutes, & elles reviennent à la même heure au bout de 15 jours, & au bout d'un mois ou de 29 jours & demi, non pas lorſque la Lune eſt revenue exactement au même point du Ciel, mais lorſqu'elle a repris ſa même ſituation par rapport au Soleil. Forte preuve que les deux Aſtres ont part à l'effet ; & toutes les autres circonſtances le confirment.

296. Les marées ſont plus fortes de 15 jours en 15 jours : c'eſt ce qui arrive à toutes les nouvelles & pleines

Lunes, ou lorſque les deux Aſtres agiſſent enſemble ſur le même point de la Mer. On donne le nom de *grandes eaux* à ces plus fortes marées, on les nomme auſſi *Malines* ou *reverdies*. Dans certains temps de l'année les deux Aſtres exercent encore mieux leurs forces ; ils répondent au-deſſus de l'Océan vers le milieu de la Terre, ou vers l'Equateur. La Mer monte alors beaucoup davantage, & elle deſcend auſſi plus bas : c'eſt ce qui arrive vers les commencements d'Avril & d'Octobre. Enfin le Soleil & la Lune ne conſervent pas toujours la même diſtance à la Terre. La Lune principalement eſt ſujette à s'éloigner de notre Globe, & d'autres fois elle s'en approche. Une médiocre attention fait appercevoir ce changement de diſtance ; la Planete nous paroît plus petite ou plus grande. Mais toutes les fois qu'elle eſt plus voiſine, & qu'elle devient comme plus grande par rapport à nous, ſon action ſur la Mer eſt auſſi plus forte : c'eſt ce que nous apprennent toutes les obſervations.

297. Il y a tout lieu de penſer que le flux & reflux de la Mer eſt une ſuite de la peſanteur univerſelle que nous remarquons dans toute la nature, & qui paroît en conſtituer une des premieres loix. Toutes les parties de matiere peſent un peu les unes vers les autres ; elles ont une force ſecrete pour s'approcher ou pour s'unir. Cette force arrondit les gouttes de liqueur; elle fait que deux gouttes d'eau ſe confondent auſſi-tôt qu'elles ſe touchent ; elle conſerve la figure à peu près ſphérique qu'a la Terre, & qu'ont tous les corps céleſtes : elle produit une infinité d'autres effets, dont ce n'eſt pas le lieu de parler. Nous reſſentons ici-bas notre peſanteur vers la Terre, parce que nous en ſommes très-voiſins ; mais cela n'empêche pas que toutes les parties de notre Globe n'ayent une petite tendance ou une très-foible peſanteur vers le Soleil & vers la Lune. Lorſque ces deux Aſtres, dont l'un eſt très-gros, & l'autre très-proche de nous, répondent ſur l'Océan, les eaux s'élevent un peu ; parce que leur tendance vers le haut, eſt en déduction de leur peſanteur vers le bas. Si l'étendue de l'Océan étoit beaucoup plus petite, l'effet ſeroit abſolument inſenſible ; mais la grandeur des Mers le rend conſidérable, & il doit ſe manifeſter principalement ſur les Côtes, de même que l'agitation d'une liqueur ſe rend plus ſenſible vers les bords du vaſe qui la contient.

298. Si les deux Aſtres agiſſent enſemble ; s'ils répondent l'un & l'autre ſur le milieu de la Mer ; ſi, outre cela, la Lune eſt dans une de ſes moindres diſtances à la Terre, l'effet eſt alors fort grand. Si, au contraire, la Lune eſt dans une de ſes quadratures, ſi elle eſt éloignée du Soleil de 90 degrés, & qu'elle ſoit en même temps dans une de ſes plus

grandes diſtances de la Terre, l'effet ſera moindre, par une double raiſon. La Lune agira peu, & ſon action ſera contrariée par celle du Soleil, qui tendra à faire élever les eaux dans un autre endroit. Dans ce cas, qui arrive tous les quinze jours, & auquel on donne le nom de *mortes-eaux*, la Mer monte moins, & elle deſcend auſſi moins; depuis le terme de la pleine Mer juſqu'à celui de la baſſe Mer, il n'y a quelquefois que la moitié de la hauteur qu'on obſerve dans les malines.

299. En général les marées du matin & du ſoir ne ſont pas également fortes; il y a un choix à faire, lorſqu'on veut ſortir d'un Port, ou y entrer, & que ce Port n'eſt pas aſſez profond. Mais ce qu'il y a de très-remarquable, c'eſt que l'ordre de ces marées change au bout de ſix mois; c'eſt-à-dire, que ſi ce ſont les marées du matin qui ſont actuellement les plus fortes, comme cela ne manque pas d'arriver en hyver, en ſix mois, ou un peu plus, elles ſeront les plus foibles. Ce ſont effectivement les marées du ſoir qui ſont les plus fortes en été; & il faut donc les préférer pour entrer dans les Ports & pour en ſortir. Il arrive à peu près un égal changement à l'égard des grandes marées des nouvelles Lunes, comparées aux grandes marées des pleines Lunes; elles ſont auſſi preſque toujours inégales, & la différence eſt quelquefois de pluſieurs pieds; mais au bout de ſix mois les plus fortes marées deviennent les plus foibles, & les plus foibles deviennent les plus fortes. Cet effet doit être principalement attribué à la Lune, qui n'eſt pas à la même diſtance de la Terre au bout de ſix mois, lorſqu'elle eſt dans la même ſituation par rapport au Soleil. Si elle ſe trouve maintenant à ſa moindre diſtance dans le temps des nouvelles Lunes, en ſix mois ce ſera tout le contraire, elle ſera à ſa moindre diſtance dans le temps des pleines Lunes.

300. Au ſurplus les malines n'arrivent pas préciſément les jours des nouvelles & pleines Lunes, mais un jour & demi ou deux jours après. Les plus petites marées, ou les *mortes-eaux*, ne concourent pas exactement non plus avec les quadratures; elles tombent un jour & demi plus tard. Les marées ont rapport à tous les autres effets qui demandent du temps pour recevoir peu à peu leur augmentation, par l'action réitérée de la même cauſe ou du même agent. Après

qu'elles ont été fort grandes, 1 ou 2 jours après la nouvelle ou la pleine Lune, elles vont en diminuant, jusqu'à un jour & demi après la quadrature, & elles r'augmentent ensuite jusqu'à la pleine ou nouvelle Lune suivante. Il se trouve la différence que nous avons dite entre les marées du soir & du matin, de même qu'entre les malines; mais c'est une regle générale que toutes les fois que la Mer monte davantage par son flux, elle descend aussi davantage par son reflux. Lorsque toutes les circonstances sont favorables pour produire une très-grande maline vers le commencement d'Avril ou d'Octobre, la Mer, en se retirant, laisse aussi à sec une plage beaucoup plus grande qu'à l'ordinaire. On voit alors à découvert des bancs de sable & des écueils, qui sont cachés pendant tout le reste de l'année.

III.

De la grandeur des Marées dans les différents endroits de la Terre.

301. Les Mers qui ont peu d'étendue, ne sont pas sujettes à avoir de marées, parce qu'en tout temps l'action du Soleil & de la Lune est à peu près la même sur une de leurs extrémités que sur l'autre. La Mer Méditerranée n'a presque pas de flux sensible, par cette raison; on y en remarque seulement un peu dans le fond de ses Golfes. Lorsqu'on avance dans l'Océan, beaucoup vers les Poles, on y trouve des marées toujours moins considérables. Le Soleil & la Lune agissant vers l'Equateur, & soulevant continuellement les eaux vers le milieu de la Zone torride, les Poles doivent en être comme continuellement privés: ainsi la Mer doit être toujours basse vers ces deux extrémités de notre Globe. Cependant elle n'est pas réputée telle, parce que c'est son état ordinaire. Dans les autres régions, la disposition des côtes, & leur gisement décident presque totalement de la grandeur du flux & reflux.

302. La Mer ne monte que 17 à 18 pieds sur les côtes de Bretagne du côté du Sud, au lieu qu'elle monte de 50 pieds vers S. Malo & le Mont S. Michel. La Manche offre une très-grande ouverture aux eaux de l'Océan, & quand elles s'y trouvent une fois engagées, & qu'elles sont outre cela réfléchies par les côtes d'Angleterre vers celles de

France, elles n'ont pas la liberté de refluer ou de rebrouſſer chemin, tant qu'il ſurvient d'autres eaux qui les pouſſent dans le même ſens; elles s'accumulent donc, & elles forment ces grandes marées qu'on obſerve vers le Mont S. Michel & Cancale. La même choſe a lieu au-deſſous de Briſtol ou de l'embouchure du Fleuve Saverne, dans le canal de S. George : la Mer y monte de 45 pieds dans les malines, & de 25 dans les mortes-eaux. Il arrive auſſi quelque choſe de ſemblable, & par la même raiſon, dans le Golfe de Panama ſur le bord de la Mer du Sud.

303. Les Iſles qui ſont en pleine Mer, principalement ſi elles ſont petites, ne forment pas un obſtacle aſſez conſidérable pour fixer une grande maſſe, & les marées y ſont foibles; elles ne ſont, par exemple, que de 7 à 8 pieds dans les Iſles Canaries. Elles ſont de 11 ou 12 pieds ſur les côtes de Portugal; la diſpoſition Nord & Sud de ces côtes hors de la Zone torride, n'eſt pas propre à arrêter les eaux; elle leur permet de gliſſer & d'aller plus loin. Nous n'entrons pas dans un plus grand détail ſur toutes ces choſes : les Navigateurs ne ſont intéreſſés à ſavoir exactement dans cette matiere que les faits ſeuls, & ils peuvent, dans l'occaſion, conſulter les routiers.

I V.

De l'Etabliſſement des Marées, & de la maniere de calculer l'Heure du Flux & Reflux.

304. Nous avons dit que les marées retardoient chaque jour de 48 minutes, & qu'elles ne revenoient aux mêmes heures que de 15 jours en 15 jours. Il eſt pleine Mer ſur toute une étendue de côte à la même heure; mais ſelon que les Ports ſont plus ou moins retirés dans les terres, & que leur ouverture eſt plus ou moins étroite, la Mer emploie plus ou moins de temps pour s'y rendre, & il y eſt pleine Mer plutôt ou plus tard. Chaque Port a donc ſon heure particuliere; outre que cette heure eſt différente chaque jour.

Il a été naturel de confidérer plus particuliérement les marées des nouvelle & pleine Lunes, & d'y rapporter toutes les autres. On nomme *Etabliffement* cette heure à laquelle il eft pleine Mer, lorfque la Lune eft vis-à-vis du Soleil, ou qu'elle fe trouve à l'oppofite. A Breft c'eft 3 heures 30 min. au lieu que l'*Etabliffement* des marées au Havre-de-Grace eft 9 heures, parce qu'il y eft pleine Mer à cette heure-là les jours des nouvelle & pleine Lunes.

305. Nous nous difpenfons de donner une Table de ces établiffements; nous nous contentons d'en marquer un certain nombre en chiffres Romains dans la Carte de la Manche & dans l'autre petite Carte. On voit 1 $\frac{1}{2}$ auprès de Bellifle, parce qu'il y eft pleine Mer aux nouvelles & pleines Lunes à une heure & demie. On voit auffi, en jettant les yeux fur la même Carte, que 3 heures eft l'établiffement des marées à l'entrée de la Loire, & qu'à Nantes c'eft 8 heures.

306. La grande différence qui fe trouve entre l'heure des marées au bas de la Loire & à Nantes, eft bien propre à montrer combien eft mauvais l'ufage, où font quelques Pilotes, d'exprimer l'établiffement des Ports par les rumbs de vent de la Bouffole. Ils fe fervent du Nord & du Sud pour indiquer 12 heures; ils indiquent 6 heures par l'Eft & l'Oueft, 3 heures par le *S E* & le *S O*, &c. Cet ufage, qui s'eft introduit dans plufieurs Livres, n'eft propre qu'à induire en erreur les perfonnes peu inftruites, en leur faifant croire que ces prétendus rumbs de vent, qui défignent l'établiffement des marées, ont rapport à la direction des rivieres, ou aux régions du monde, vers lefquelles les entrées des Ports font expofées. Il n'eft pleine Mer plus tard à Nantes qu'au bas de la Loire, que parce que cette Ville eft confidérablement éloignée de la Côte, & qu'il faut du temps au flux pour y faire fentir fon effet. L'établiffement des Ports dans la Manche fuit un ordre réglé, qui dépend uniquement du plus ou du moins de chemin que font les eaux pour y parvenir. J'ai vu, à la Côte de Bretagne, l'établiffement des marées au Croific y changer d'environ un quart-d'heure, parce qu'on avoit rétréci l'entrée de ce Port par une longue jettée. Il fallut enfuite quelque temps de plus à la Mer pour paffer en quantité fuffifante par l'ouverture moins large. Les chofes peuvent avoir changé depuis, & être revenues à leur ancien état, quoique la jettée fubfifte toujours. Ce petit Port s'eft en partie comblé de fable; fa capacité eft bien moins grande qu'elle n'étoit il y a 20 ans, & les eaux qui y entrent, ayant moins d'efpace à remplir, doivent s'y mettre plus promptement de niveau avec celles du dehors.

307. On connoît sans peine l'établissement des marées dans un Port, lorsqu'on se trouve dans ce même Port le jour de la nouvelle ou pleine Lune; mais si l'on s'y trouve un autre jour, l'heure de la pleine Mer sera différente, & il faudra avoir égard au retardement des marées, qu'on doit retrancher de l'heure de la pleine Mer qu'on a observée. Si, en consultant un Almanach, ou si par quelqu'autre moyen on trouve qu'il y a dix jours d'écoulés depuis la nouvelle ou pleine Lune, ces dix jours donnent 8 heures de retardement : ainsi ces 8 heures doivent être retranchées de l'heure de la pleine Mer, & il restera l'établissement. Supposé, outre cela, que la pleine Mer soit arrivée à 2 heures après midi, je remarque que 2 heures du soir sont équivalentes à 14 heures du matin, & retranchant 8 heures de ce dernier nombre, il me vient 6 heures pour l'établissement du Port dont il s'agit.

Connoissant l'Etablissement des Marées pour un Port, trouver l'Heure de la pleine Mer pour un jour proposé.

308. Lorsqu'on connoît l'établissement d'un Port, ou l'heure à laquelle il est pleine Mer le jour de la nouvelle ou pleine Lune, il est très-facile de trouver à peu près l'heure de la pleine Mer pour tous les autres jours; puisqu'il suffit d'ajouter à l'établissement la quantité du retardement.

309. On me demande, par exemple, à quelle heure il étoit pleine Mer au Havre-de-Grace le 21 Août 1754? Je cherche la nouvelle Lune dans un Almanach pour ce même mois; je la trouve le 18; ainsi le 21 il y a 3 jours d'écoulés depuis la nouvelle Lune. Ces 3 jours produisent 2 heures 24 min. de retardement; & si on les ajoute à l'établissement des marées au Havre-de-Grace, qui est 9 heures 20 min. dans le Port, il viendra en tout 11 heures 44 min. pour le temps de la pleine Mer.

310. *Second Exemple.* On veut savoir à quelle heure il étoit pleine Mer à Brest le 16 Janvier 1753. La nouvelle

Lune arriva le 4 de ce même mois, ce qui oblige de chercher le retardement des marées pour 12 jours. On trouve 9 heures 36 min. & les ajoutant à l'établissement de Brest qui est 3 heures 30 min. il vient 13 heures 6 min. C'est-à-dire, qu'il étoit pleine Mer vers une heure un demi-quart après midi à Brest le 16 Janvier 1753. Nous expliquerons, dans le premier Chapitre du quatrieme Livre, la maniere de faire les calculs précédents avec plus d'exactitude.

CHAPITRE IX.

Usages de la Boussole pour lever les Plans, & pour déterminer le Gisement des Côtes.

311. LORSQU'UN Pilote navigue à la vue d'une Terre peu connue, ou qu'il est en relâche dans un pays dont les détails manquent sur sa Carte, ou sont peu sûrs, il doit s'occuper à rectifier tout cela, à lever, s'il est possible, un plan exact de toute la partie de la Côte qu'il peut parcourir & découvrir à la vue, & sur-tout du Port, de la Rade, de l'Anse ou de la Baie où son Vaisseau reste à l'ancre. Il doit joindre à ce plan les sondes ou profondeurs de la Mer, en marquer la qualité du fond & de la tenue.

Méthode pour faire le Plan particulier d'un Port, d'une Rade, &c.

PREMIERE OPÉRATION.

Mesure d'une Base.

312. Ayant parcouru des yeux l'étendue du terrein dont on veut faire le plan, on y choisira deux points comme *A* & *B* (*Fig.* 42.) un peu élevés, & placés de sorte, qu'ils Fig. 42.
puissent être vus réciproquement, qu'on puisse mesurer leur distance, & que de chacun de ces deux points on puisse voir presque tous les autres points qui doivent être marqués sur le plan. La droite *AB*, qui joint les deux points choisis, s'appelle *la Base*.

Fig. 42. 313. On commencera donc par mesurer la ligne *A* ce qu'on pourra faire avec un cordeau ou une ligne de lo d'environ 120 brasses de longueur. Pour avoir une exact tude suffisante, on devidera d'abord la ligne, on la fe traîner sur le terrein dans toute sa longueur, pendant u demi-heure ou une heure, afin qu'elle se déploie suffisam ment, & qu'elle ait le temps de se détordre, de façon qu'el ne s'allonge plus pendant la mesure, mais qu'elle reste sensi blement de la même longueur.

314. Avec un pied-de-Roy, on assujettira deux regle de bois à une certaine longueur précise, comme de 6 ou 1 pieds. On choisira sur le terrein un espace de 150 pas l plus uni qu'on pourra, on fera une marque à terre, d'où o commencera à mesurer 60 pieds en ligne droite, en plaçan à terre les deux regles successivement l'une au bout de l'au tre. On fera une marque au bout de la mesure, laquelle ser- vira à donner au cordeau une longueur précise de 50, 60 80 ou 100 toises : on les marquera de 10 en 10 sur le cor- deau, comme le font les nœuds sur la ligne de loch.

315. Avec le cordeau ainsi préparé, on mesurera la distance des points *A*, *B* en le laissant traîner, & en plaçant à terre de petits piquets à chaque longueur de cordeau, afin qu'en cas de doute ou de mécompte, on puisse les aller re- connoître & les compter. Une maniere de faire cette mesure très-promptement, est de placer d'espace en espace quelques piquets dans l'alignement des points *A*, *B*, si cet aligne- ment ne se trouve pas décidé par des objets éloignés. En- suite un homme met sur son épaule un des bouts du cor- deau éloigné de 12 ou 15 pieds du premier nœud, d'où l'on commence à compter les autres, de sorte qu'en traînant le cordeau, ce nœud reste à terre derriere lui. Il s'avance dans l'alignement; un autre homme, qui est à l'autre bout du cordeau, l'arrête lorsque le dernier nœud est parvenu à un petit piquet placé par le premier homme à l'endroit où étoit le premier nœud.

316. Cette mesure sera d'autant plus exacte que le ter- rein sera plus uni ; cependant s'il s'y trouve quelques iné-

galités qui ne ſoient pas trop roides, & qui ne faſſent pas faire de grands plis au cordeau comme feroient de petites buttes, ou des creux peu profonds & d'une pente douce, on pourra les négliger. C'eſt au Pilote intelligent à voir ſi ſa meſure eſt ſuſceptible d'une juſteſſe raiſonnable, & à y faire, dans le beſoin, quelques réductions pour compenſer l'inégalité du terrein. Fig. 42.

317. A l'égard de l'étendue qu'on doit donner à une baſe, elle dépend beaucoup des circonſtances des lieux. En général, la plus grande eſt la meilleure; il faut faire enſorte qu'elle ne ſoit pas moindre que la dixieme partie de l'étendue du terrein qu'on ſe propoſe de lever.

318. Il arrive ſouvent que le terrein voiſin d'une côte étant fort inégal, on a ſur le bord de la Mer une plage de ſable aſſez unie, mais baſſe, recourbée en anſe, ou en pointe avancée (*voy. Fig.* 41.); alors, ſi l'on peut prendre ſur la plage vers le milieu de l'enfoncement un point comme *C*, & meſurer comme ci-deſſus les diſtances *AC*, *CB* à deux points élevés ſur la côte, on aura, par les Opérations qu'on détaillera dans l'article ſuivant (329), la poſition de ces deux points de vue *A* & *B*, dont la diſtance *AB* pourra ſervir de baſe au plan qu'on ſe propoſe de faire.

II. OPÉRATION.

Relevements des Objets.

319. Ayant placé à chaque extrémité *A* & *B* de la baſe (*Fig.* 42.) un ſignal pour être vu de loin, on ſe tranſportera, avec un bon compas de route, garni de ſes pinnules, d'abord en l'une des deux comme en *A*, & de-là on relevera tous les objets remarquables qui ſeront viſibles de ce point, en deſſinant en même temps un croquis du plan du terrein à peu près comme on le voit, & mettant des lettres aux objets pour les reconnoître, & pour les diſtinguer quand on fera le vrai plan. Ces relevements ne doivent pas ſe faire par rumbs de vent, mais en degrés, en les comptant du Nord ou du Sud de la Bouſſole. Voici un Exemple pour ſervir de modele.

Fig. 42.

Station au Point A.

	Relevements des Obj.	
	A la Bouſſole.	Corrigés de la Var.
Un moulin *M* ſur une pointe avancée	29° *NO*	41° *NO*
Un iſlot *Q* de ſable vers l'entrée du canal	40 *SO*	28 *SO*
Une pointe *P* à l'entrée Sud du canal	1 *SO*	11 *SE*
Un briſant *K* dans le canal	1 $\frac{1}{2}$ *SE*	13 $\frac{1}{2}$ *SE*
Une pointe *L* dans le canal	24 *SE*	36 *SE*
Une baliſe *I* dans le canal	48 $\frac{1}{3}$ *SE*	60 $\frac{1}{3}$ *SE*
Un bâtiment *G* ſur une pointe à l'entrée du Port	58 *SE*	70 *SE*
Une autre baliſe *H*	68 *SE*	80 *SE*
Un arbre remarquable *F* dans le fond du Port	56 $\frac{1}{2}$ *SE*	68 $\frac{1}{2}$ *SE*
Un mât de pavillon de découverte *E*	70 *SE*	82 *SE*
L'extrémité *B* de la baſe	80 $\frac{1}{2}$ *SE*	87 $\frac{1}{2}$ *NE*
Une batterie *T* dans le Port	82 *SE*	86 *NE*
Une Chapelle *D* ſur une butte dans le fond du Port	85 *SE*	83 *NE*

320. Les relevements marqués dans la ſeconde colonne, ſont corrigés de la variation de la Bouſſole, que j'ai ſuppoſée de 12 degrés *NO*. On fait cette correction à loiſir avant que de tracer ſon plan au net.

321. On paſſera enſuite à l'autre bout *B* de la baſe, & de-là on relevera tous les mêmes objets vus de la Station *A*, ſi rien ne les cache : on relevera auſſi tous les autres points remarquables qui n'auroient pas été vus de la Station *A*, comme, par exemple :

Station au Point B.

	Relevements des Obj.	
	A la Bouſſole.	Corrigés de la Var.
Le moulin *M*	66° *NO*	78° *NO*
L'extrémité *A* de la baſe	80 $\frac{1}{2}$ *NO*	87 $\frac{1}{2}$ *SO*
L'iſlot de ſable *Q*	84 *SO*	72 *SO*
La pointe *P*	62 *SO*	50 *SO*
Le briſant *K*	68 *SO*	56 *SO*
La pointe *L*	47 *SO*	35 *SO*
La baliſe *I*	31 $\frac{1}{2}$ *SO*	19 $\frac{1}{2}$ *SO*
L'embouchure *O* d'une riviere	25 *SO*	13 *SO*
Le bâtiment *G*	8 *SE*	20 *SE*
L'arbre *F*	41 *SE*	53 *SE*
Un écueil *S* dans le Port	60 *SE*	72 *SE*
Le mât de pavillon *E*	63 $\frac{1}{2}$ *SE*	75 $\frac{1}{2}$ *SE*
Un iſlot de roches *V* dans le Port	69 *SE*	81 *SE*
La batterie *T*	84 *SE*	84 *NE*
La Chapelle *D*	89 *SE*	79 *NE*

322. Et parce que de la Station *A* on n'a pu voir Fig. 42.
embouchure de la riviere *O*, ni l'écueil *S*, ni l'islot *V*; que
e même de la Station *B* on n'a pû voir la balise *H*; qu'en-
n les points *T* & *D* sont placés trop près de l'alignement
e la base *AB*, ce qui rend leur position indécise; il fau-
ra se transporter en un autre point, comme *F*, déja vu
es deux Stations *A* & *B*. De-là on relevera tous les objets
ui n'ont été vus que d'une des deux Stations, & ceux qui,
omme *T* & *D*, ont été vus trop obliquement des points *A*, *B*.

Station au Point F.

	Relevements des Obj.	
	A la Boussole.	Corrigés de la Var.
La Chapelle *D*	14° *NE*	2° *NE*
Le mât *E* de pavillon	20½ *NE*	8½ *NE*
L'islot *V*	2 *NO*	14 *NO*
La batterie *T*	7 *NO*	19 *NO*
L'écueil *S*	39 *NO*	51 *NO*
La balise *H*	46½ *NO*	58½ *NO*
L'embouchure *O* de la riviere	81 *NO*	87 *SO*

323. On pourra de même de ce point *F* relever d'autres objets qui n'auroient été vus ni de la Station *A*, ni de la Station *B*, mais qui seroient visibles de quelque autre point deja relevé deux fois, comme seroit le point *G*, où l'on pourroit aller les relever. Ainsi de proche en proche, & de Station en Station, on prolongera son travail aussi loin qu'on voudra, pourvu que la base y soit proportionnée, & que les deux points d'où l'on relevera un objet, n'approchent pas trop d'être dans l'alignement de cet objet.

III. OPÉRATION.

Construire le Chassis du Plan.

324. Après avoir relevé de deux lieux différents tous les objets que l'on veut placer sur son plan, & avoir corrigé ces relevements de la variation de la Boussole observée sur les lieux, on commence par construire sur une feuille de papier une échelle, qui doit représenter les toises des distances mutuelles des objets, & qui doit par conséquent être pro-

Fig. 42. portionnée à l'étendue du terrein & à celle de la feuille d[e] papier. Comme si le terrein de la *Fig.* 42 renfermoit un es[-]pace d'environ deux lieues marines de long, sur une lieu[e] de large, c'est-à-dire, environ 6000 toises sur 3000, & si je voulois tracer mon plan sur un papier qui auroit 20 pouces de long sur 15 de large, je diviserois 6000 toises par 20, & je trouverois qu'un pouce de mon échelle doit représenter 300 toises, & par conséquent que 100 toises doivent être marquées sur mon échelle par une étendue de 4 lignes. J'ouvrirois donc mon compas d'un peu moins qu'une demi-ligne, & de sorte que 10 fois cette ouverture fissent à très-peu près 4 lignes. Je tirerois une droite vers le bord de mon papier; je porterois, depuis une de ses extrémités, 10 fois l'ouverture de mon compas, ce qui me donneroit une échelle de 100 toises. Je prendrois une ouverture de compas égale à cet espace de 100 toises, & je la porterois 10, 20, 30 fois, &c. sur la même droite, pour avoir par ce moyen une échelle de 1000, 2000, 3000 toises, &c. *Voyez au bas de la Fig.* 42.

325. Je placerois ensuite le point *A* sur mon papier; comme je le juge placé sur le terrein que je veux mettre sur mon plan. Par le point *A* je ferois passer une droite occulte (c'est-à-dire, marquée au crayon, & qu'on efface lorsque le plan est achevé,) pour représenter la ligne Nord & Sud, ou un Méridien. On suppose ordinairement le Nord au haut du plan, le Sud au bas, l'Est à droite, & l'Ouest à gauche. Je placerois ensuite le centre d'un Rapporteur sur le point *A*, son diametre sur la ligne Nord & Sud, & sa circonférence tournée d'abord vers l'Ouest, puis vers l'Est: je marquerois au crayon, le long des divisions de la circonférence, tous les points successivement qui répondent aux relevements pris du point *A* vers l'Ouest & corrigés de la variation: je désignerois par des lettres occultes chacun de ces points d'alignements, pour ne les point confondre; par exemple, j'écrirois dans l'ordre des observations faites à la Station *A* les lettres *m, q, p, k, l, i, g, f, h, e, b, t, d.* Après quoi, ayant levé le Rapporteur, je tirerois par *A* &

ɪr tous ces points, des droites indéfinies & occultes, qui Fig. 42.
e repréſenteroient tous les alignements des objets vus du
ɔint *A*.

326. Je prendrois ſur mon échelle le nombre de toiſes
ʒal à celui de la baſe meſurée ; je le porterois depuis le
ɔint *A* ſur l'alignement de cette baſe, ce qui me donne-
ɔit le point *B* ſur mon plan.

327. Par le point *B* ainſi déterminé, je ferois paſſer une
roite Nord & Sud, qui n'eſt autre choſe qu'une parallele
la droite Nord & Sud qui paſſe par le point *A*. Je place-
ɔis le centre de mon Rapporteur ſur *B*, & je ferois les
nêmes opérations que ci-deſſus, pour avoir des lignes oc-
ultes tirées du point *B*, ſelon tous les alignements des
ɔbjets relevés de ce point. Alors la poſition de chacun des
ɔoints vus des deux Stations *A* & *B*, ſe trouvera ſur mon
ɔlan, à l'endroit où ſe croiſeront leurs alignements correſ-
pondants.

328. Je fais la même choſe pour chacune des autres Stations qui auront été faites : par exemple, le point *F* étant placé ſur mon plan, par l'interſection de ſon alignement tiré du point *A* avec ſon alignement tiré du point *B*, je fais paſſer par *F* une ligne Nord & Sud, ou une parallele à celles qui paſſent par les points *A* ou *B* ; & je tire de même tous les alignements relevés du point *F*, par leſquels les points *V*, *S*, *H*, *O* ſont déterminés ſur mon plan, & les points *D*, *T*, *E* le ſont mieux, que ſi je m'étois contenté de les placer par les relevements faits en *A* & en *B*.

329. Si la baſe n'a pu être meſurée qu'en deux parties, (comme à la *Fig.* 41.) alors il faudra commencer par relever du point *C* les points *A* & *B* ; puis on établira le lieu du point *C* ſur ſon plan, lequel point *C* ſervira à placer les points *A* & *B*, de même qu'on s'eſt ſervi ci-deſſus du point *A* pour placer le point *B* : on prendra enſuite les points *A* & *B*, comme s'ils étoient les extrémités d'une baſe meſurée directement.



Fig. 42.

IV. OPÉRATION.

Finir le Plan.

330. Après avoir placé ſur ſon plan tous les points relevés, comme on vient de le dire, on n'en a encore que le chaſſis. Si donc le Pilote n'a pas le loiſir ou la permiſſion de le finir, il faut qu'il ſe contente de deſſiner le contour des Côtes, tel qu'on les peut voir d'un lieu bien expoſé, en aſſujettiſſant le tout aux points placés ſur le chaſſis.

331. Mais s'il eſt poſſible de mettre plus de détails ſur le plan, voici comme on pourra s'y prendre.

On aura une petite Bouſſole portative, telle que celles qui ſervent à orienter des cadrans : on parcourra à pied tout le contour de la Côte en comptant les pas de diſtance d'un détour à l'autre, & en relevant à la Bouſſole l'alignement de la droite qui meſure la longueur de chaque détour. On comptera auſſi les pas depuis les points marqués ſur le chaſſis, juſques au bord le plus proche de la Mer, & on aſſujettira tous ces détails au chaſſis déja deſſiné ſur le papier.

332. Si l'on ne peut parcourir la Côte à pied, on tâchera de le faire en canot ou en chaloupe, & d'aborder les iſlots, les pointes avancées en Mer, &c. d'où l'on relevera à la Bouſſole deux des points les plus remarquables, déja placés ſur le plan, ce qui ſervira à déterminer la poſition du lieu où le Pilote ſe trouve alors. Comme ſi, étant à la pointe *C*, j'avois relevé les points *D* & *E*, ſavoir *D* à 26 degrés *NE* de la Bouſſole corrigée, & *E* à 51 degrés auſſi *NE*. J'en conclus que le point *C*, vu du point *D*, reſte à 26 degrés *SO*, & que, vu du point *E*, il doit reſter à 51 degrés auſſi *SO* : ſi donc par les points *D* & *E* on tire des lignes Nord & Sud, on s'en ſervira pour tirer comme ci-deſſus les deux alignements, dont l'interſection donnera la poſition du point *C*.



V.

V. OPÉRATION.

Marquer les Sondes ſur le Plan.

333. Le plan d'un Port, d'une Rade, d'un Mouillage, &c. n'eſt d'aucun uſage à un Pilote, ſi les ſondes n'y ſont pas marquées. Il eſt donc néceſſaire, pour rendre ſon travail utile, de faire avec ſoin les meſures requiſes pour cet effet. Le détail des petits contours d'une Côte contribue bien moins à la ſûreté d'un Navire obligé d'y mouiller, que la connoiſſance préciſe des lieux où eſt la meilleure tenue, & celle de la profondeur de la Mer.

334. Il faut donc que le Pilote choiſiſſe le temps de la baſſe mer, & qu'armé d'un plomb de ſonde & d'un bon compas de route, il parcoure tout l'eſpace de Mer qui eſt renfermé dans ſon plan. Qu'il jette ſon plomb de 100 en 100 braſſes environ en tout ſens; & à chaque fois, qu'il releve à la Bouſſole deux des objets les plus remarquables & les mieux déterminés ſur ſon plan, afin de pouvoir marquer ſur le même plan, par la méthode qu'on vient de dire (332), le point précis où il a ſondé, & d'y écrire le nombre de braſſes qu'il aura trouvé.

335. Le Pilote doit multiplier ſes ſondes en trois cas: 1°. Lorſqu'il s'apperçoit de quelque inégalité conſidérable dans le fond; il doit tourner en ſondant tout autour, pour s'aſſurer s'il y a quelque danger caché, ou quelque banc, & pour en bien déterminer la poſition & le contour. 2°. Lorſqu'il lui paroît qu'il eſt ſur le meilleur mouillage, afin d'en connoître l'étendue, & d'en marquer exactement tous les points de reconnoiſſement. 3°. Lorſqu'il eſt dans un canal étroit, par où le Navire doit paſſer.

VI. OPÉRATION.

De l'Inſtruction raiſonnée qui doit accompagner un Plan.

336. Lorſqu'un Pilote, en dreſſant ſon plan, a acquis

toutes les connoiſſances locales propres à procurer la ſûreté néceſſaire à un vaiſſeau obligé de mouiller en cet endroit, il doit les mettre par écrit ſur le plan même, de la maniere la plus abrégée & la plus claire qu'il lui eſt poſſible. Il doit, par exemple, tracer la meilleure route pour parvenir de la pleine Mer juſques au mouillage, & pour aller du mouillage en pleine Mer. Il doit marquer les alignements qu'il faut prendre à terre pour ſuivre ces routes, dans quel alignement il faut arriver pour prendre un détour, à quelle marque on reconnoît qu'on eſt parvenu au bon mouillage, à quel vent on eſt expoſé dans un endroit, & de quel vent on y eſt à l'abri, comment il faut s'affourcher, de quelle nature eſt le fond, en quel endroit de la Côte on peut aborder facilement avec des chaloupes, canots, &c, où l'on peut faire aiguade, ou faire du bois; quel eſt l'établiſſement de ce Port, & à quelle hauteur la marée y monte ordinairement. On trouvera des exemples de tous ces détails dans les portulants & dans les routiers, dont un bon Pilote doit être fourni.

Uſages de la Bouſſole, pour déterminer le Giſement des Côtes en faiſant Route.

337. Lorſqu'un Navire ſe trouve auprès d'une Côte inconnue, ou mal déterminée ſur les Cartes, le Pilote doit avoir ſoin de marquer ſur ſon journal à quel rumb de vent répond la direction de cette Côte, & s'appliquer à en relever les points remarquables, comme les ſommets des montagnes voiſines, les pointes avancées, les écueils ou briſants voiſins de la Côte, les embouchures de rivieres, &c. & ſur-tout lorſque deux de ces points ſe trouvent dans un même alignement à ſon égard, comme feroient les deux pointes qui forment l'ouverture d'une anſe, un iſlot avec un cap, ou avec un autre iſlot, &c. Il doit en même temps faire la deſcription des lieux tels qu'il les voit; s'ils ſont nuds ou boiſés, s'ils ſont plats ou montagneux, s'ils paroiſſent habités ou deſerts, ſi les Côtes ſont baſſes ou élevées.

Il doit deſſiner la figure que les montagnes & les terres éle-vées préſentoient à la vue lorſqu'il en faiſoit les relevements. Il doit enfin marquer par quelle latitude ces points remar-quables ſont placés, à quelle diſtance ils ſont les uns des au-tres, à quelle diſtance le Navire en a paſſé. Ces deux der-nieres circonſtances ne doivent pas dépendre de l'eſtime ſeule faite à la vue; mais il faut s'en aſſurer par des obſerva-tions directes, comme on va voir par l'exemple ſuivant.

338. Suppoſons que le Navire filant 5 nœuds $\frac{1}{2}$, & faiſant route à l'$O\frac{1}{4}SO$ de la Bouſſole, on ait d'abord re-levé la montagne *E* (*Fig.* 44.) à 23° du Nord à l'Oueſt, & la montagne *F* à 65° auſſi *NO*. Que 3 heures 12′ après, marquées à une montre de poche paſſablement bonne, on ait relevé la montagne *E* à 32° *NE*, & la montagne *F* à 9° *NO*; le tout ſans avoir d'abord égard à la variation. Voici le procédé qu'on peut ſuivre. Fig. 44.

339. Puiſque le Navire fait 5 nœuds $\frac{1}{2}$ par heure, il en fait à proportion 17 & $\frac{3}{5}$ en 3 heures 12′ de temps. Donc la longueur de la route, faite dans l'intervalle des 2 obſervations, eſt de près de 6 lieues: (ce ſeroit plus exactement de 5 lieues & $\frac{13}{15}$; mais on peut négliger cette fraction.) Sur un papier à part je tire une ligne *AD*. Je prends une petite ouverture de compas à volonté, comme d'une ligne de pied-de-Roy, pour valoir un tiers de lieue, ou une minute de grand cer-cle, je la porte 3 fois depuis *A* vers *C*. Je prends l'ouver-ture de ces trois parties, je la porte 10 ou 12 fois de *A* vers *D*, afin d'avoir une échelle de 10 ou 12 lieues diviſée en tiers. Je prends une ouverture de compas d'un peu moins que 6 lieues, je la porte de *A* en *B*, & j'ai les points *A* & *B* où étoit le Navire au moment de chaque relevement.

340. Je dis maintenant, entre le $O\frac{1}{4}SO$ & 23° *NO*, il y a 78° $\frac{1}{4}$ ſur la Bouſſole, & entre le $O\frac{1}{4}SO$ & 65° *NO*, il y a 36° $\frac{1}{4}$: avec un Rapporteur, je fais en *A* l'angle *BAE* de 78° $\frac{1}{4}$, & l'angle *BAF* de 36° $\frac{1}{4}$. De même je dis entre le $O\frac{1}{4}SO$ & 32° *NO*, il y a 133° $\frac{1}{4}$ ſur la roſe, & entre le $O\frac{1}{4}SO$ & 9° *NE*, il y a 92° $\frac{1}{4}$; je fais en *B*, avec mon Rapporteur, un angle *DBE* de 133° $\frac{1}{4}$, & un angle *DBF*

de 92° $\frac{1}{4}$. Les droites *AE*, *BE* s'entrecoupent en *E*, & y donnent la poſition de la montagne *E*; de même les droites *AF*, *BF* donnent la poſition de la montagne *F*.

341. Cela poſé, je prends avec le compas les longueurs des lignes dont j'ai beſoin, & je les porte ſur l'échelle, pour ſavoir à quelle diſtance de ces montagnes le Navire aura paſſé. Ainſi je trouverai *AE* de 5 lieues $\frac{1}{3}$, *AF* de 7 lieues, *BE* d'un peu plus de 7 lieues, & *BF* d'un peu plus de 4. Tirant la ligne *EF*, j'aurai, en la meſurant, 4 lieues $\frac{2}{3}$ pour la diſtance réciproque des deux montagnes. Enfin par le point *A* je tire *AK* parallele à *EF*, & je prends avec le Rapporteur l'angle *BAK*, qui donne le giſſement reſpectif des montagnes *E*, *F* à l'égard de la route *AB*. Comme ſi j'avois trouvé cet angle de 11° $\frac{3}{4}$, je les ajouterois à 11° $\frac{1}{4}$, dont la route décline de l'Oueſt vers le Sud de la Bouſſole, & j'aurois 23° de l'Oueſt vers le Sud, ou 67° *SO* : j'y appliquerois la variation de la Bouſſole, & j'aurois le vrai giſſement de la ligne qui joint les montagnes *E*, *F*.

342. Par une ſuite de pareilles obſervations, on pourra déterminer ſucceſſivement tous les points remarquables d'une Côte, & en faire un plan fort utile pour ceux qui auront beſoin de paſſer par-là, & pour perfectionner les Cartes hydrographiques, objet qui doit toujours animer un bon Pilote, tant par le bien général qui en réſulte, que par la gloire qu'il acquiert par ce moyen.

CONCLUSION DE CE SECOND LIVRE.

343. Nous terminerons ce ſecond Livre, non pas en réſumant les choſes que nous venons d'expliquer, mais en indiquant en peu de mots celles dont il nous reſte encore à parler, ou ſur leſquelles il faut que nous inſiſtions. On voit que nous devons prendre une plus grande connoiſſance des mouvements du Soleil & de la Lune, & en général de la ſituation de tous les Aſtres, puiſque nous ſommes preſque continuellement obligés d'avoir recours à la comparaiſon du Ciel dans les opérations du Pilotage. Nous ne pouvons

découvrir la variation de la Bouſſole, qu'en comparant l'amplitude que nous trouvons ſur le compas, à l'amplitude que nous fournira le calcul. Nous ne pouvons découvrir notre latitude, qu'en obſervant combien notre Zénith eſt éloigné des Aſtres dont la ſituation doit nous être connue par rapport à l'Equateur du Ciel. Il nous faut auſſi, pour réuſſir à bien déterminer la latitude, nous ſervir d'inſtruments plus commodes, & meilleurs que celui qui eſt repréſenté dans la *Fig.* 2. Enfin à l'égard même de la réduction des routes, nous avons beſoin d'une méthode meilleure dans la pratique, que celle que nous préſente l'uſage des Cartes marines. Le plus ſouvent on ne court que de très-petites routes; & ſi on entreprenoit de les réduire ou de les compaſſer ſur la Carte, la groſſeur des pointes du compas en feroit preſque toujours diſparoître une grande partie. Un avantage conſidérable que nous retirerons des choſes déja expliquées, c'eſt que nous ne nous attacherons à rien déſormais, dont nous ne connoiſſions d'avance l'utilité.

Fin du ſecond Livre.



LIVRE TROISIEME,

Où l'on donne les Notions d'Aſtronomie, qui ſont utiles aux Navigateurs.

CHAPITRE PREMIER.

De la Situation des Etoiles fixes, & de leur Mouvement apparent du Levant vers le Couchant.

I.

344. NOUS commencerons les détails dont nous venons de voir la néceſſité, en donnant les premiers principes d'Aſtronomie, ou de la Science qui a pour objet le mouvement des Aſtres. Nous avons déja dit que les Cieux, en tournant ſur les deux Poles, entraînoient toutes les Etoiles d'Orient en Occident en 24 heures. Toutes ces Etoiles, en faiſant leur révolution, & en n'y employant que le même temps, malgré la grandeur ou la petiteſſe des cercles qu'elles décrivent, conſervent exactement la même ſituation les unes par rapport aux autres. On les nomme *fixes* par cette raiſon; & c'eſt ce qui les diſtingue des Planetes dont nous aurons occaſion de parler, leſquelles ont un mouvement particulier par rapport au Ciel, & qui changent de place les unes par rapport aux autres. Le Ciel eſt, pour ainſi dire, ſemé d'Etoiles; les unes ſe levent pendant que les autres ſe couchent : ſi nous ne les voyons pas pendant le jour, c'eſt parce que la lumiere qu'elles répandent eſt effacée par celle du Soleil.

345. On s'eſt trouvé dans la néceſſité d'impoſer des noms à tous ces Aſtres, & on a réuſſi à le faire d'une maniere qui ne charge que très-peu la mémoire. Ayant partagé les Etoiles comme par amas, qu'on a nommé *Conſtellations* ou *Aſtériſmes*, un ſeul nom d'homme ou d'animal donné à chacun de ces amas, a ſuffi pour ſpécifier 50 ou 60 Etoiles à la fois, & même un plus grand nombre. On nomme, par exemple, *Orion*, une de ces Conſtellations, c'eſt ainſi que s'appelloit un Héros fabuleux; on imagine ſa figure deſſinée dans le Ciel: quelques-unes des Etoiles répondent à ſa tête, d'autres à ſes épaules, d'autres à ſa ceinture ou baudrier, &c. On a réduit, en ſe conformant à cette méthode, toutes les Etoiles du Firmament à une ſoixantaine de Conſtellations. Ainſi il ſuffit de retenir une ſoixantaine de noms, & de pouvoir imaginer dans le Ciel autant de figures pour ſe trouver en état de connoître & de déſigner chaque Etoile en particulier.

346. Les Lecteurs ne doivent pas manquer de jetter les yeux ſur les deux Cartes céleſtes que nous joignons à ce Traité. Chaque Carte repréſente une des moitiés du Ciel, dont chaque Pole eſt comme le centre. On voit auprès du Pole du Nord, Arctique ou ſeptentrional, l'Etoile polaire ou l'Etoile du Nord, qui eſt à l'extrémité de la queue de la petite Ourſe. Cette Etoile, qui n'eſt actuellement éloignée du Pole que de 2 degrés, & qui en deviendra encore plus voiſine, ne trace qu'un très-petit cercle, comme nous l'avons déja expliqué. Il eſt facile de juger que le plus grand des cercles, qui termine chaque Carte, eſt l'Equateur. Il eſt exactement au milieu du Ciel qu'il ſépare en deux parties égales. Tous les autres cercles qui ſont au-dedans, & qui ont un des Poles du Monde pour centre, repréſentent les *Paralleles* que décrivent les Etoiles.

347. On voit dans les mêmes Cartes un grand nombre de lignes droites qui ſont comme des diametres, mais qui repréſentent des cercles ou des demi-cercles: ce ſont les Méridiens céleſtes qui, comme on le ſait, ſe rendent d'un des Poles du Monde à l'autre, en paſſant par l'Equateur

qu'ils coupent perpendiculairement. Tous ces cercles servent de Méridien aux lieux de la Terre, qui sont au-dessous; & on les nomme aussi *Cercles horaires*, parce qu'ils partagent le Ciel, quant à son mouvement, ou quant au temps, & qu'ils servent à distinguer les heures du jour & de la nuit: lorsqu'il y a 15 deg. d'intervalle entre deux de ces Méridiens ou cercles horaires, le Soleil met une heure à aller de l'un à l'autre, soit que le mouvement se fasse sur l'Equateur, ou sur un parallele.

I I.

De la Déclinaison & de l'Ascension droite des Astres en général, & de celles des Etoiles en particulier.

348. La situation des Etoiles dépend de leur distance à l'Equateur céleste, & de la quantité dont elles sont plus à l'Orient ou à l'Occident les unes que les autres. On nomme *Déclinaison* leur distance à l'Equateur, & on distingue cette déclinaison en Nord & Sud, ou en Boréale & Australe, selon que l'Astre est du côté du Nord de l'Equateur ou du côté du Sud. La déclinaison est donc précisément la même chose dans le Ciel, que la latitude d'un lieu sur la Terre. La plus grande Latitude sur la Terre est de 90 deg. & la plus grande déclinaison est dans le Ciel de ce même nombre de degrés. L'Etoile du Nord ou l'Etoile polaire n'a pas tout-à-fait cette plus grande déclinaison, parce qu'elle n'est pas tout-à-fait dans le Pole du Ciel. Les Etoiles, en faisant chaque jour leurs révolutions autour de nous, d'Orient en Occident, ne changent point sensiblement de déclinaison; elles tracent des paralleles, ou, ce qui est le même, elles restent dans leur mouvement journalier, toujours à la même distance de l'Equateur.

349. Pour savoir de combien les Etoiles sont situées vers l'Orient ou vers l'Occident les unes par rapport aux autres, on conçoit l'Equateur divisé en degrés, on les compte d'Occident en Orient, en commençant à un certain

point, qui eſt en quelque façon arbitraire; & on nomme *aſcenſion droite* le degré de l'Equateur auquel chaque Etoile répond perpendiculairement. L'aſcenſion droite dans le Ciel répond à la longitude ſur la Terre : on les compte l'une & l'autre dans le même ſens, & tout eſt abſolument conforme. Cependant dans l'uſage des Cartes céleſtes, & dans les calculs où l'on emploie les aſcenſions droites des Etoiles, on ſe ſert communément des heures, minutes & ſecondes de temps, à la place des degrés, minutes & ſecondes. On conçoit l'Equateur partagé en 24 heures, chaque heure en 60 minutes, &c. ce qui revient au même, & eſt cependant plus commode.

350. Pour prendre une idée de la maniere dont on a pu obſerver les déclinaiſons des Etoiles & leurs aſcenſions droites, ou au moins leur différence d'aſcenſion droite, on n'a qu'à s'imaginer que l'inſtrument de la *Figure* 2 eſt exactement à plomb, & qu'il eſt dirigé en même temps Nord & Sud, ou qu'il préſente exactement une de ſes faces vers l'Orient, & l'autre vers l'Occident. Nous ſuppoſons que cet inſtrument ſoit fixé dans cette ſituation, & qu'il n'a rien de mobile que ſon alidade, ou une regle qui ſera munie d'une lunette, ſi on veut. On peut marquer ſur cet inſtrument le point qui répond à la hauteur du Pole, qu'on ſuppoſe connue. A 90 degrés, de ce point, ſera celui qui répond à l'Equateur céleſte. En dirigeant l'alidade vers chaque Etoile, à meſure qu'elle vient à paſſer par le plan de cet inſtrument, on peut remarquer à quelle hauteur cette Etoile paſſe; & la différence entre cette hauteur & celle qui répond à l'Equateur céleſte, donnera la déclinaiſon de l'Aſtre, laquelle ſera boréale ou auſtrale, ſelon que l'alidade ſera au-deſſus ou au-deſſous du point marqué pour l'Equateur. On peut auſſi déterminer les aſcenſions droites, en remarquant dans quel ordre, & à quels intervalles de temps, ces Aſtres viennent ſe rendre au Méridien les uns après les autres. Ceux qui viendront ſe préſenter à l'obſervateur préciſément dans le même inſtant, auront exactement la même aſcenſion droite : ils répondront au même point de l'Equa-

teur, ou, ce qui revient au même, ils feront dans le même Méridien célefte; mais ceux qui auront plus d'afcenfion droite, parviendront au Méridien plus tard. Si une Etoile paffe, par exemple, à 4 heures du foir, ou 4 heures après le Soleil, elle aura 4 heures ou 60 degrés de plus en afcenfion droite. Si une Etoile paffe 2 heures avant une autre, elle aura 30 degrés d'afcenfion droite de moins que celle-ci. Si une Etoile répond à l'interfection de l'Equateur & de l'Ecliptique, qui eft vers la conftellation du Bélier, d'où l'on commence à compter les afcenfions droites, cette Etoile a 0° 0′ 0″ d'afcenfion droite; & la différence des temps entre le paffage de cette Etoile au Méridien, & celui du paffage d'une autre Etoile, donnera directement l'afcenfion droite de cette autre Etoile en temps.

351. On trouvera à la fin de cet Ouvrage, dans le Recueil des Tables néceffaires au Pilote, une Table qui contient les afcenfions droites en temps & les déclinaifons des principales Etoiles du Ciel, pour le commencement de 1760, avec les variations qu'elles fubiffent en 10 ans, ce qui fert à trouver leurs pofitions pour toute autre année que 1760.

352. La fituation des Etoiles ne change en général que très-peu, & il paroît que le changement fe fait dans le fens exactement parallele à l'*Ecliptique*. Les Etoiles qui font fur ce cercle paroiffent le fuivre; & celles qui en font éloignées reftent à la même diftance. C'eft ce qui fait que les déclinaifons des Etoiles, qui font dans certains efpaces du Ciel, vont en augmentant, pendant que les déclinaifons diminuent dans les parties oppofées, mais toujours d'une maniere extrêmement lente.

III.

Reconnoître les Etoiles, en confultant les Cartes du Ciel.

353. Il y a dans le Ciel plufieurs Conftellations faciles à reconnoître. La *grande Ourfe* eft de ce nombre; elle eft formée de fept Etoiles principales, dont quatre font en rectangle, & les trois autres font rangées prefque fur une même

ligne. Ces ſept Etoiles ont donné le nom de Pole ſeptentrional au Pole du Nord, ou à celui que nous voyons étant en Europe. On ne voit en nul autre endroit du Ciel des Etoiles diſpoſées de la même maniere. Le vulgaire les nomme le *grand Chariot*. De l'autre côté du Pole du Nord, on découvre une autre Conſtellation encore fort facile à reconnoître, qu'on nomme *Caſſiopée*. Elle eſt remarquable par 5 Etoiles principales; on peut voir leur configuration ſur la Carte; elles forment comme une eſpece de lettre *M* irréguliere, dont les deux jambages extérieurs ſont fort ouverts. L'Etoile du Nord eſt entre ces deux Conſtellations; elle eſt comme ſeule; elle ſe trouve aſſez exactement entre la premiere de la queue de l'Ourſe & la poitrine de Caſſiopée, qui eſt l'Etoile la plus éloignée, ou le plus au Sud de cette ſeconde Conſtellation.

354. Le Taureau ſe diſtingue fort aiſément par un tas de petites Etoiles nommées *Pleïades*, que le vulgaire nomme la *Pouſſiniere*. Il y a auprès une Etoile qui ſe fait remarquer par ſon éclat & par ſa couleur rouge: c'eſt l'œil du Taureau, nommé *Aldebaran* par les Arabes. Plus vers le Sud & plus vers l'Orient, on voit *Orion*, dont le baudrier contient trois Etoiles que tout le monde connoît ſous le nom des *trois Rois*.

355. La Couronne ſeptentrionale eſt très-remarquable, quoique les Etoiles qui la forment n'achevent pas un cercle entier. La Lyre a une Etoile très-brillante, qui eſt reconnoiſſable par deux petites Etoiles avec leſquelles elle forme un petit triangle équilatéral. On la met ordinairement dans le petit nombre de celles qu'on dit être de la premiere grandeur, & dont il n'y a que 14 ou 15. Le Cygne contient cinq Etoiles principales, qui font une eſpece de grande croix, mais qui ne ſont pas également brillantes. Dans l'Aigle il y a trois Etoiles en ligne droite, dont celle du milieu eſt la plus lumineuſe. A peu de diſtance eſt le Dauphin, formé de quatre petites Etoiles en lozange aſſez ſerré. Les deux têtes des Gemeaux ſont marquées par deux Etoiles peu éloignées l'une de l'autre. Les deux cornes du Bélier

ſont auſſi marquées par deux Etoiles ; mais dans le voiſinage de celles-ci, il y en a trois plus petites qui forment un triangle iſoſcelle, & on ne peut pas s'y tromper.

356. De l'autre côté du Ciel, ou dans l'Hémiſphere Auſtral, le *Scorpion* eſt non-ſeulement remarquable par une grande Etoile nommée *Antarès*, d'une couleur fort rouge, placée au milieu de deux autres moindres, mais par une ſuite de belles Etoiles qui repréſentent la queue repliée de cet inſecte. Le Navire, le Centaure & la Croix du Sud contiennent pluſieurs belles Etoiles : toute cette partie eſt extrêmement brillante, & ſans contredit la plus belle du Ciel ; mais on ne la voit pas de ces pays-ci.

357. Il ſuffit de connoître quelques Etoiles pour pouvoir trouver le nom de toutes les autres ſur la Carte, en examinant leurs configurations, & celles qui ſont dans l'alignement les unes des autres. Preſqu'au milieu de la diſtance de l'Etoile du Nord, à l'extrémité de la queue de la grande Ourſe, on trouve une Etoile que les Pilotes nomment la *Claire des gardes*, qui eſt dans l'épaule de la petite Ourſe.

358. Si de l'Etoile polaire on conduit une ligne droite, qui paſſe entre la Claire des gardes & l'extrémité de la queue de la grande Ourſe, elle ira rencontrer une belle Etoile nommée *Arcturus*, qui eſt dans le bas de la robe du *Bouvier*. Arcturus eſt d'ailleurs très-remarquable, parce qu'il eſt au bout d'une traînée d'Etoiles en forme d'arc de cercle à la ſuite des Etoiles qui forment le dos & la queue de la grande Ourſe.

359. Une ligne droite tirée de la Claire des gardes ou de l'épaule de la petite Ourſe par l'Etoile du Nord, paſſera à peu près par la *Claire de Perſée*, & enſuite par la *Mâchoire de la Baleine*.

360. On trouvera le *Cœur du Lion* dans l'alignement de la Claire des gardes, & du milieu du quarré de la grande Ourſe.

361. *L'épi de la Vierge*, qui eſt dans la partie du Sud, ſe trouve ſur la ligne droite conduite de l'Etoile du Nord par la ſeconde de la queue de l'Ourſe. Si on s'éloigne de Caſſiopée du côté oppoſé à l'Etoile du Nord, on trouvera la Conſtellation d'*Andromède*, remarquable par trois Etoiles principales à peu près en ligne droite ; la plus éloignée du Pole, qui répond à la tête d'Andromède, forme un grand rectangle, avec trois autres Etoiles qui appartiennent à Pégaſe. En commençant au Pole on trouve de ſuite quatre Etoiles qui indiquent à peu près, pour le ſiecle préſent, le Méridien d'où on compte l'aſcenſion droite. Ces quatre Etoiles ſont la Polaire, la Chaiſe de Caſſiopée, la Tête d'Andromède & le bout de l'aîle de Pégaſe, nommée *Algénib* par les Arabes.

362. Entre le Pole & Orion on trouve *la Chevre*, qui eſt une Etoile de la premiere grandeur.

HEMISPHERE BOREAL.

Etoiles du Cygne qui forment une grande Croix, dans la voye Lactée.

Etoiles de Cassiopée, qui forment une espéce de Chaise renversée, dans la voye Lactée.

le Serpentaire
la Voye Lactée
Antinoüs
l'Aigle
Hercule
le Serpent
le Mont Menale
la Lyre
le Renard
le Dauphin
le petit Cheval
la Couronne
le Bouvier
Arcturus
le Dragon
le Cygne
Pegase
Comete
les Levriers
la Vierge
la Chevelure de Berenice
le Lezard
Cephée
la petite Ourse
Cassiopée
Andromede
la Gr.de Ourse
la Giraffe
les Poissons
le petit Lion
Triangle
la Tête de Meduse
le Linx
la Chevre
petit Triangle
la Mouche
Belier
le Sextant
le Lion
l'Ecrevisse
les Gemeaux
le Cocher d'Erichton
le Taureau
les Pleïades
la Baleine
ECLIPTIQUE
les Hyades
l'Hydre
Orion
le petit Chien
la Licorne
4 Mars
Fevrier 1744
Janvier
Decembre 1743

La petite Ourse
La grande Ourse
la Polaire

la Tête d'Andromede.

Etoiles de Pegase, qui composent un Quadrilatere, avec la tête d'Andromede.

Dessiné et gravé par Pheulland.

HEMISPHERE AUSTRAL.

la Grue

le Scorpion

le Serpentaire
Antinoüs
l'Ecu de Sobieski
le Serpent
le Verseau
la Balance
le Scorpion
le Capricorne
le Sagittaire
Couronne Australe
l'Autel
le Loup
le Poisson Austral
l'Indien
la Grue
le Paon
le Triangle Austral
l'Oiseau Indien
la Mouche
le Centaure
la Vierge
Fomalhaut
le Toucan
la Croizade
le Cameleon
le Corbeau
l'Hydre
le Chêne de Charles
la Coupe
le Phenix
le Poisson Volant
Achernar
la Dorade
le Navire
la Baleine
Canopus
l'Hydre femelle
le Sextant
la Colombe
l'Eridan
le Lievre
le grand Chien
Voye Lactée
la Licorne
Orion

Rigel

Pied du Centaure

Orion

la Croizade

Dessiné et gravé par Dheulland

363. Une ligne droite conduite par *l'œil du Taureau*, qui eſt au-
rès de la Pouſſiniere, comme nous l'avons déja dit, & par la *ceinture*
'Orion, ou par les trois Rois, va ſe rendre à *Sirius*, qui eſt dans la
ueule du grand Chien, & qui eſt l'Etoile la plus lumineuſe du Ciel.

364. On peut former pluſieurs autres alignements ; mais pour ſe
endre cette étude beaucoup plus facile, il faut toujours, lorſqu'on
onſulte la Carte, être attentif à la diſpoſer comme eſt alors le Ciel.
l faut auſſi s'accoutumer à s'imaginer les figures des Conſtellations,
u à les deſſiner dans le Ciel. Si l'on regarde, par exemple, le Tau-
eau & Orion, on trouvera, en figurant le Taureau, deux Etoiles qui
ormentles extrémités des cornes qui avancent entre Capella & Orion.
Dans cette derniere Conſtellation les trois de la ceinture ſont au mi-
ieu ; les deux épaules ſont vers le Nord, & ſont très-marquées ; la tête
e l'eſt gueres ; mais un des pieds a une Etoile parfaitement belle,
ommée *Rigel*, qui eſt de la premiere grandeur.

CHAPITRE II.

Des Planetes & de leur Mouvement propre ou particulier d'Occident en Orient ; du Mouvement du Soleil, &c.

I.

365. PENDANT que les Cieux, en tournant d'Orient en Occident en 24 heures, entraînent avec eux vers l'Occident tous les Aſtres, il y en a quelques-uns qui changent de ſituation les uns par rapport aux autres, & qui répondent ſucceſſivement à différentes Etoiles. Ces Aſtres, qui ont un mouvement particulier, ſe nomment *Planetes*, & on en compte ordinairement ſept, qui ſont, Saturne, Jupiter, Mars, le Soleil, Vénus, Mercure & la Lune. Quelques-unes de ces Planetes paroiſſent avoir un mouvement irrégulier ; mais en général elles changent chaque jour de place dans le Ciel, & ce n'eſt qu'après un temps aſſez conſidérable qu'elles ſe trouvent en avoir achevé le tour en ſens contraire au mouvement d'Orient en Occident qui ſe fait en 24 heures. Saturne emploie 29 ou 30 ans à revenir au

même point par ce mouvement qui lui eſt particulier ou pr
pre; Jupiter met douze ans, Mars près de deux ans, le S
leil un an, Vénus huit mois, Mercure trois mois, &
Lune un mois.

366. Si on cherche, dans un Calendrier ou Almanach la déclinaiſon & l'aſcenſion droite de ces Planetes à un jo marqué, on pourra les placer ſur la Carte du Ciel; on ſaur auprès de quelles Etoiles elles ſe trouvent ce jour-là; & ne ſera pas difficile enſuite de diſtinguer celles qu'on pourroit confondre avec les Etoiles fixes. En général elles ſon plus belles que les Etoiles, mais moins étincelantes; ce qu vient de ce qu'elles empruntent leur lumiere du Soleil: il n s'en faut que peu de degrés qu'elles ne ſuivent toutes dan le Ciel la même route; elles ne s'écartent gueres de l'Ecliptique, qui eſt la trace que forme le Soleil par ſon mouvement propre. On les indique pour l'ordinaire par les caracteres ſuivants; ♄ marque Saturne; ♃ Jupiter; ♂ Mars; ☉ le Soleil; ♀ Venus; ☿ Mercure, & ☾ la Lune. Nous n'entreprenons pas d'expliquer ici l'ordre qu'il y a réellement entre toutes les Planetes, ni les différentes circonſtances de leurs mouvements particuliers. Il nous ſuffira de donner quelques détails ſur le Soleil & ſur la Lune.

II.

Du Mouvement du Soleil par rapport au Ciel.

367. Le Soleil, par ſon mouvement particulier, avance par jour vers l'Orient d'environ un degré, ou de deux fois la largeur de ſon diſque; & il fait le tour du Ciel en un an. S'il eſt aujourd'hui auprès d'une certaine Etoile, demain, après que ces deux Aſtres auront fait une révolution autour de la Terre en 24 heures du Levant vers le Couchant, le Soleil ſe trouvera éloigné de l'Etoile de 59′ 8″ vers l'Eſt; le lendemain de 2 fois 59′ 8″, le troiſieme jour de 3 fois cet eſpace, & il n'atteindra la même Etoile qu'au bout d'un an ou de 365 jours environ 6 heures. Il faut remarquer outre

ela que ce mouvement particulier du Soleil ne se fait pas
ers l'Est dans l'Equateur céleste, ni dans un cercle paral-
ele à l'Equateur ; il se fait obliquement par rapport à ce
ercle, de sorte que le Soleil change chaque jour de paral-
ele, ou que sa déclinaison varie tous les jours. Il coupe
'Equateur de six mois en six mois en passant de la partie du
Nord à celle du Sud, ou de celle du Sud à celle du Nord;
l s'éloigne de chaque côté de l'Equateur de 23° 28′.

368. Il a été très-facile de s'assurer de cette quantité précise dont le Soleil avance vers le Nord, & ensuite vers le Sud, par son mouvement particulier. Si cet Astre faisoit exactement 59′ 8″ vers l'Orient sans sortir de l'Equateur, il est vrai qu'il répondroit tous les jours à différentes Etoiles; mais un Spectateur qui resteroit dans un même lieu sur la surface de la Terre, n'y appercevroit aucun autre changement. Le Soleil se leveroit toujours exactement à l'Est, & se coucheroit toujours à l'Ouest; il monteroit aussi toujours à midi à la même hauteur, & il n'y auroit aucune différence dans les Saisons. Mais les choses se passent bien différemment. Le Soleil pendant six mois avance vers notre Zénith, & pendant six autres mois il s'en écarte. Si l'on observe en Europe sa hauteur à midi au plus grand jour d'Eté & au plus petit jour d'Hiver, on trouvera que l'une surpasse l'autre de 46° 56′, dont la moitié 23° 28′ est la quantité dont cet Astre s'éloigne de l'Equateur de chaque côté.

369. La route que le Soleil parcourt chaque année dans le Ciel, & qu'on appelle l'*Ecliptique*, est donc un cercle incliné à l'Equateur de 23° 28′. Si, par exemple, le cercle *EATP* (*Fig.* 44.) représente l'Equateur céleste, le cercle *HACP* représentera l'Ecliptique. Fig. 44.

370. Les Anciens ont distribué en douze Constellations toutes les Etoiles voisines de l'Ecliptique & auprès desquelles le Soleil passe, & ils ont nommé ces Constellations les *douze Signes du Zodiaque*. Les Etoiles qui les forment ont changé de place en avançant dans le sens parallele à l'Ecliptique, comme nous l'avons déja dit (352). Mais on a continué de donner le nom des mêmes Constellations à chaque douzieme

partie de l'Ecliptique, laquelle eſt par conſéquent de 3 degrés, & que le Soleil parcourt environ en 30 jours. Voici les noms qu'on donne à ces Signes, tant en Latin qu'en François, avec les caracteres dont on ſe ſert ordinairement pour les déſigner. Les ſix premiers appartiennent à la moitié de l'Ecliptique *P C A* qui eſt du côté du Nord, & que le Soleil parcourt depuis le 20 Mars juſqu'au 22 de Septembre : les ſix autres ſont du côté du Sud ; le Soleil les parcourt depuis le 22 Septembre juſqu'au 20 de Mars.

Aries	Le Bélier	♈	*Libra*	La Balance	♎
Taurus	Le Taureau	♉	*Scorpius*	Le Scorpion	♏
Gemini	Les Gemeaux	♊	*Arcitenens*	Le Sagittaire	♐
Cancer	L'Ecreviſſe	♋	*Caper*	Le Capricorne	♑
Leo	Le Lion	♌.	*Amphora*	Le Verſeau	♒
Virgo	La Vierge	♍	*Piſces.*	Les Poiſſons.	♓

371. Parmi les douze Signes on diſtingue quatre points principaux qui ſervent de commencement aux quatre Saiſons des Européens, le Printemps, l'Eté, l'Automne & l'Hiver. Le commencement d'*Aries* & de *Libra* tombent ſur l'Equateur, & ils ſont à l'oppoſite l'un de l'autre, l'un en *P*, l'autre en *A*; le Soleil ſe trouve en *P* le 20 de Mars & en *A* le 22 de Septembre ; le jour eſt alors égal à la nuit dans tous les pays du monde. Le Soleil eſt à la même diſtance d'un Pole que de l'autre ; il ſe leve auſſi alors exactement au vrai Eſt, & il va ſe coucher au point précis de l'Oueſt. C'eſt pour cela qu'on donne le nom d'*Equinoxe* à ces deux jours remarquables. Dans le milieu de l'intervalle entre ces deux points, l'Ecliptique en a deux autres *C*, *H* qui ſont les plus éloignés de l'Equateur, & on les nomme les deux *Solſtices*, parce que le Soleil, en ceſſant de s'éloigner de l'Equateur, ſemble s'arrêter avant que de ſe rapprocher de ce cercle. Ces deux points ſont les commencements de *Cancer* & de *Caper*. Le Soleil parvient en *C* au commencement de *Cancer* le 21 de Juin, & les Européens ont alors le ſolſtice d'Eté. L'autre ſolſtice, qui eſt celui d'Hiver, arrive le 21 de Décembre,

Décembre, lorſque le Soleil en *H* entre dans *Caper*. Ces deux points ſolſticiaux *C*, *H*, ſont éloignés de l'Equateur de 23° 28′ ½; & c'eſt lorſque le Soleil y eſt parvenu, qu'il a ſa plus grande déclinaiſon: *CT* eſt ſa plus grande déclinaiſon Boréale, & *E H* ſa plus grande déclinaiſon Auſtrale.

372. Le mouvement du Soleil dans l'Ecliptique, que les Aſtronomes appellent ſon *mouvement en longitude*, n'eſt pas abſolument uniforme. On a remarqué qu'il s'accélere petit à petit depuis le premier Juillet juſqu'au 31 Décembre, & qu'il ſe rallentit depuis le premier Janvier juſqu'au premier de Juillet. Dans ſa plus grande vîteſſe, il décrit 1° 1′ 12″ par jour, & dans ſa plus petite, il décrit 57′ 12″.

373. On donne le nom de *Colures* aux Méridiens qui paſſent par les quatre points principaux de l'Ecliptique: on les conſidere chacun comme des cercles entiers. Ainſi les deux Colures ſe coupent perpendiculairement aux deux Poles du Monde, & ils partagent l'Ecliptique en quatre parties égales, de même que l'Equateur. Le Soleil emploie une ſaiſon entiere à paſſer par ſon mouvement particulier d'un Colure à l'autre. Nous avons marqué, par des traits plus forts, ces cercles dans les deux Cartes du Ciel. On diſtingue l'un en le nommant le Colure des Equinoxes, celui qui paſſe par le commencement d'*Aries* & de *Libra*; & l'autre eſt le Colure des Solſtices, qui paſſe par le commencement de *Cancer* & de *Caper*.

III.

De la Sphere Armillaire.

374. On a imaginé, pour rendre plus ſenſibles la plûpart des choſes que nous venons d'expliquer, une machine qui repréſente le Ciel & la Terre, & on la nomme *Sphere Armillaire*, à cauſe de ſa compoſition. Cette machine eſt aſſez commune, & il ſeroit à propos que les Lecteurs en euſſent une ſous les yeux, quoique nous croyons que nos explications ſeront aiſément entendues ſans ce ſecours. Nous ne parlons ici de ſa forme & de ſon uſage, qu'afin d'avoir

occaſion de récapituler en peu de mots tout ce que nous venons de dire.

375. La Sphere Armillaire a un petit Globe ou une petite boule au milieu, qui repréſente la Terre, & qu'il ne faut regarder que comme un point, parce que toute ſon étendue n'eſt réellement preſque rien en comparaiſon de celle des Cieux, où ſont placées les Etoiles fixes : en ſorte qu'en quelque endroit de la Terre qu'on ſuppoſe un Obſervateur, il eſt toujours au centre de la Sphere céleſte. Ce petit Globe, qui repréſente la Terre, eſt ſoutenu par une verge qui le traverſe, & qui va ſe rendre aux deux Poles du Ciel. Cette verge repréſente l'*Axe* du Monde. Le Ciel eſt repréſenté par pluſieurs cercles ; on ſe contente ordinairement d'en mettre dix, ſavoir, ſix grands, qui ſont l'*Horizon*, le *Méridien*, l'*Equateur*, l'*Ecliptique* & les deux *Colures* ; & quatre petits, qui ſont les deux *Tropiques* & les deux *Cercles polaires*. Chaque grand cercle coupe la Sphere par la moitié, au lieu que les petits cercles la coupent en parties inégales, & n'ont pas le même centre qu'elle.

376. Entre les grands cercles qu'on imagine dans le Ciel, il y en a deux qui, par rapport à un Obſervateur qu'on ſuppoſe reſter en place, paroiſſent abſolument fixes, & par conſéquent propres à ſervir de termes, pour y rapporter tous les mouvements des Aſtres qui s'exécutent en 24 heures ; ſavoir, le Méridien & l'Horizon. Dans la Sphere Armillaire, les cercles qui repréſentent le Méridien céleſte & l'Horizon céleſte, ſont fixes. Le Méridien paſſe par le Zénith de l'Obſervateur & par ſon Nadir, & coupe l'Horizon au vrai Nord & au vrai Sud, en ſéparant également les côtés de l'Orient & de l'Occident. Après que les Aſtres ſe ſont levés en coupant l'Horizon, ils vont en montant juſqu'à ce qu'ils arrivent au Méridien. Parvenus à ce cercle, ils ſont à leur plus grande hauteur, & dans le même inſtant ils commencent à deſcendre vers l'Occident, de la même maniere qu'ils ont monté, & vont couper l'Horizon au point où ils ſe couchent.

377. Le Méridien eſt ordinairement gradué : ſes degrés

marquent la quantité dont le Pole eſt élevé au-deſſus de l'Horizon.

378. On marque ſur l'Horizon les 32 rumbs de vent. Le Nord & le Sud ſont, comme on l'a dit (108), aux interſections du Méridien avec l'Horizon : le Nord à l'interſection la plus voiſine du Pole arctique, & le Sud à l'interſection oppoſée. Outre cela, la circonférence de l'Horizon eſt diviſée en quatre quarts de 90 degrés, qui commencent ordinairement aux points d'Eſt & d'Oueſt, & ſe terminent de part & d'autre au Méridien : ces degrés ſervent à marquer les *Amplitudes ortives ou occaſes* des Aſtres, lorſqu'en ſe levant ou ſe couchant, ils coupent l'Horizon.

379. L'aſſemblage des autres cercles de la Sphere Armillaire qui repréſente le reſte du Ciel, a la liberté de tourner ſur l'axe du Monde : & ces cercles ſont ſoutenus par les deux Colures, qui ſe coupent à angles droits aux deux Poles. L'Equateur eſt au milieu entre ces deux Poles ; il coupe l'Horizon au vrai Eſt & au vrai Oueſt ; il lui eſt incliné ſous un angle d'autant plus approchant de 90 degrés, que l'un des Poles eſt moins élevé au-deſſus de l'Horizon, & l'autre Pole moins abaiſſé. L'Equateur eſt diviſé de deux manieres : en temps, c'eſt-à-dire, en 24 parties égales qui marquent les heures, ou le temps que l'Equateur & ſes parties employent à paſſer au Méridien ; & en 360 degrés. Ces deux ſortes de diviſions marquent également les aſcenſions droites des Aſtres, ou les quantités dont les Aſtres paſſent au Méridien plutôt les uns que les autres. On commence ces diviſions à l'interſection de l'Equateur avec l'Ecliptique, qui ſe fait au commencement du ſigne du Bélier.

380. L'Ecliptique coupe l'Equateur ſous un angle de 23° 28'. Ce cercle eſt diviſé de 30 en 30 degrés en ſes 12 ſignes ; on marque à côté les temps de l'année où le Soleil arrive à chaque ſigne par ſon mouvement particulier d'Occident en Orient. L'Ecliptique eſt preſque toujours placé dans les Spheres Armillaires au milieu d'une large bande qu'on nomme *Zodiaque*. On donne à cette bande environ 16 degrés de largeur ; elle comprend l'eſpace du Ciel par-

couru par les Planetes, & dont elles ne ſortent pas en ſuivant leur mouvement particulier, lequel ſe fait à peu près ſelon la même route que le Soleil, mais cependant en s'écartant de l'Ecliptique, tantôt d'un côté & tantôt de l'autre, d'un petit nombre de degrés. La Planete de Venus, qui s'en écarte le plus, ne paſſe gueres 8 degrés.

381. Enfin on voit dans la Sphere Armillaire les deux Tropiques céleſtes & les deux Cercles polaires céleſtes. Les deux *Tropiques* ſont les deux paralleles qui ſervent de limites aux écarts du Soleil par rapport à l'Equateur, duquel ils ſont éloignés de part & d'autre de 23° 28′. L'Ecliptique va obliquement de l'un à l'autre. Celui qui eſt du côté du Nord ſe nomme le *Tropique du Cancer*, parce qu'il répond au commencement de ce ſigne, & l'autre qui eſt du côté du Sud, ſe nomme le *Tropique du Capricorne*.

382. Aux environs des deux Poles du Monde on voit deux autres paralleles : ce ſont les *Cercles polaires* qu'on diſtingue, en nommant l'un, *Arctique* ou *Septentrional*, & l'autre, *Antarctique* ou *Méridional*. Ces paralleles ſont décrits par les Etoiles qui ſont éloignées des Poles de 23° 28′, ou qui ont préciſément 66° 32′ de déclinaiſon.

De quelques autres Cercles qu'on imagine dans la Sphere.

383. On imagine encore dans le Ciel d'autres cercles & d'autres lignes, qu'on ne repréſente pas dans la Sphere Armillaire pour éviter la confuſion, mais qu'on peut y repréſenter par un fil de léton, & par des demi-cercles de carton ou de cuivre coupés ſelon le diametre de la Sphere. Par exemple, la ligne droite tirée du Zénith au Nadir, ſe nomme *Ligne verticale*. Nos fils à plomb indiquent la ſituation de cette ligne, ou en ſont comme des portions; & toutes les lignes verticales vont ſe couper au centre de la Terre.

384. On imagine auſſi des demi-cercles qui vont du Zénith au Nadir, en coupant l'Horizon perpendiculairement, & on les nomme *Verticaux*. Ils ſervent à meſurer la

hauteur des Aſtres, & à rapporter les Aſtres aux points de l'Horizon auxquels ils répondent. Il n'eſt pas néceſſaire, par exemple, pour qu'une Etoile ſe trouve au *NE*, qu'elle ſoit dans l'Horizon à 45 degrès de diſtance du vrai Nord vers l'Orient. Il ſuffit qu'elle réponde exactement au-deſſus de ce point de l'Horizon, & c'eſt aſſez pour cela qu'elle ſoit dans le vertical qui paſſe par ce point.

385. On peut imaginer autant de verticaux qu'il y a de points à l'Horizon ; on nomme *premier Vertical*, celui qui coupe l'Horizon au vrai Eſt & au vrai Oueſt. Ce cercle eſt exactement entre le point du vrai Nord & le point du vrai Sud. Un Aſtre, quoique très-élevé, qui eſt dans le premier vertical, répond exactement à l'Eſt ou à l'Oueſt.

386. Lorſqu'on imagine un vertical qui paſſe par un Aſtre, ou qu'on conſidere dans quel à plomb un Aſtre ſe trouve, le point de l'Horizon où ce vertical aboutit, ou bien celui auquel l'à plomb répond, ſert à déterminer l'*Azimut* de l'Aſtre. L'Azimut eſt l'arc de l'Horizon compté depuis le point Nord ou le point Sud de l'Horizon, juſqu'à ce point où aboutit le vertical qui paſſe par l'Aſtre. Ainſi tous les Aſtres qui ſont dans un même à plomb ont le même azimut.

387. L'azimut d'un Aſtre, compté depuis le point d'Eſt ou d'Oueſt, au lieu de le compter depuis le point Nord ou le point Sud, s'appelle plus communément l'*Amplitude* de l'Aſtre. On l'appelle *Amplitude ortive*, ſi on la compte depuis le point d'Eſt ; & *Amplitude occaſe*, ſi on la compte depuis le point d'Oueſt.

388. On peut donc obſerver en Mer l'azimut d'un Aſtre, en relevant à la Bouſſole la poſition de cet Aſtre, & en la corrigeant de la variation.

389. On conçoit encore de petits cercles paralleles à l'Horizon en-deſſus & en-deſſous, & qui ſont de plus petits en plus petits, à meſure qu'ils ſont plus près du Zénith ou du Nadir. On nomme ces cercles *Almicantarats* : ils ſervent à marquer tous les points du Ciel qui ſont à même hauteur, de ſorte que dire que *deux Etoiles ſont ſur le même Almi-*

cantarat, & dire qu'*elles ont une même hauteur*, c'eſt préciſément la même choſe.

Des trois ſituations de la Sphere.

390. L'Equateur prend différentes ſituations, par rapport à notre Horizon, ſelon les divers endroits de la Terre où nous habitons ; c'eſt pour cela qu'on dit que la Sphere peut être *droite*, *oblique* ou *parallele*.

391. Preſque tous les lieux de la Terre ont la *Sphere oblique*, parce que, dans la plupart des pays, l'Equateur coupe l'Horizon obliquement. Un des Poles eſt élevé ſur l'Horizon, & viſible ; & l'autre abaiſſé au-deſſous de l'Horizon, & inviſible. Les Etoiles qui ſont très-voiſines du Pole élevé, ne ſe couchent pas pour les peuples qui ont la Sphere oblique ; & en récompenſe, d'autres Etoiles ne ſe levent jamais, celles qui ſont trop près du Pole abaiſſé. Dans la Sphere oblique les jours ſont plus grands dans certaines ſaiſons, & plus petits dans d'autres, ſelon que le Soleil eſt avancé vers le Pole élevé ou vers le Pole abaiſſé.

392. Si nous nous plaçons ſur l'Equateur terreſtre ; notre Zénith ſera placé dans l'Equateur céleſte, & les deux Poles ſe trouveront dans notre Horizon. La Sphere ſera alors droite, & tous les paralleles à l'Equateur, que les Aſtres paroiſſent décrire chaque jour, étant ſéparés en deux parties égales par l'Horizon, il eſt évident que les jours ſeront exactement égaux aux nuits, en quelque endroit que ſoit le Soleil par rapport à l'Equateur céleſte. L'Etoile du Nord même reſtera douze heures au-deſſus de l'Horizon pour nous, & douze heures au-deſſous. Il faut, comme il eſt évident, pour avoir la Sphere droite, ſe trouver exactement dans le milieu de la Zone torride ; il faut n'avoir point de latitude.

393. Enfin ſi on pouvoit aller juſqu'à un des Poles de la Terre, on auroit la Sphere parallele, parce que l'Equateur ſeroit parallele à l'Horizon, ou que ces deux cercles ſe confondroient l'un avec l'autre. On auroit au Zénith un des Poles céleſtes : nulle des Etoiles qui ſeroient dans le même Hémiſ-

phere ne se coucheroit ; mais toutes paroîtroient tourner chaque jour parallélement à l'Horizon : & par la même raison, on verroit continuellement le Soleil sur l'Horizon pendant tout le temps qu'il parcourroit une moitié de l'Ecliptique. On le verroit depuis le 20 de Mars jusqu'au 22 Septembre, si l'on étoit au Pole du Nord. Les cercles journaliers ou paralleles que cet Astre décrit en tournant d'Orient en Occident en 24 heures, seroient entiérement au-dessus de l'Horizon, pour l'Observateur placé au Pole. Ainsi on y auroit un jour de six mois consécutifs, qui seroit suivi d'une nuit aussi longue, lorsque le Soleil, en se rendant de l'autre côté de l'Equateur, passeroit au-dessous de l'Horizon.

CHAPITRE III.

Des Calculs Astronomiques dont on fait usage dans la Marine, & principalement des Calculs du Soleil & des Etoiles.

I.

Regle générale de Calcul pour reduire le Temps en Degrés de Longitude ou de l'Equateur, & réciproquement pour réduire en Temps les Degrés de Longitude ou de l'Equateur.

394. PUISQU'ON divise l'Equateur céleste en deux manieres (379), ou en temps, ou en degrés, & que les longitudes sur Terre se comptent aussi en temps ou en degrés, il faut que le Pilote soit en état de trouver sur le champ la correspondance de ces deux divisions, que l'on emploie souvent toutes deux dans un même calcul. Voici pour cela deux regles générales.

395. I. *Pour réduire en temps un nombre donné de degrés, minutes & secondes*, comme 37° 48′ 55″, *il faut quadrupler ce nombre, puis compter les degrés pour des minutes de temps, les minutes de degrés pour des secondes de temps, les secondes pour des tierces, &c.* Ainsi le quadruple de 37° 48′ 55″ étant 151° 15′ 40″, on a 151′ 15″ 40‴ de temps, qui valent 2 heures 31′ 15″ 40‴. De même 258° 43′ 25″ donnent 1034′ 53″ 40‴, ou 17 heures 14′ 53″ 40‴.

396. On peut exprimer cette même regle de la maniere suivante, qui est assez commode. *Réduisez le nombre de degrés donné en sexagenes & degrés*, (c'est-à-dire, si le nombre de degrés est au-dessous de 60, écrivez à la tête 0^{sex}; mais s'il surpasse 60, divisez-le par 60, mettez le quotient en sexagenes, & le reste en degrés. Ainsi dans les deux exemples précédents on eût dû écrire 0^{sex} 37° 48′ 55″, & 4^{sex} 18° 43′ 25″.) *Doublez d'abord, doublez encore ce double, & marquez les nombres de ce dernier résultat par heures, minutes, secondes, tierces, &c.* Ainsi ayant 0^{sex} 37° 48′ 55″, son double est 1 15 37 50, & le double du double est 2^h 31′ 15″ 40‴: de même ayant 4^{sex} 18° 43′ 25″, le premier double est 8 37 26 50, le second double est 17^h 14′ 53″ 40‴.

397. II. *Pour réduire en degrés une différence de longitude ou d'ascension droite donnée en temps, réduisez d'abord les heures & minutes de temps toutes en minutes: prenez-en la moitié, puis la moitié de la moitié, & marquez des degrés à la place des minutes de temps, des minutes de degré à la place des secondes de temps, des secondes à la place des tierces, &c.* Ainsi 2^h 31′ 15″ 40‴ se réduisent d'abord à 151′ 15″ 40‴, dont la moitié est 75 37 50, & la moitié 37° 48′ 55″. De même 17^h 14′ 53″ 40‴ ou 1034′ 53″ 40‴ donnent pour moitié 517 26 50, dont la moitié est 258° 43′ 25″.

398. Si l'on ne vouloit pas joindre d'abord les heures aux minutes, il est clair que la moitié de la moitié ou le quart donneroit des sexagenes, degrés, minutes & secondes, qu'il seroit facile de réduire en degrés simplement;

nſi le quart de 17^h 14′ 53″ 40‴ donneroit 4^{sex} 18° 43′ 5″, qu'il eſt aiſé de réduire à 258° 43′ 25″, en multipliant s ſexagenes par 60, & en ajoutant le produit au nombre es degrés qui les ſuivent.

II.

De la diſtinction des Années Biſſextiles & des Années Communes.

399. Si le Soleil employoit exactement un certain nombre de jours à revenir au même point du Ciel par ſon mouvement particulier, on ne manqueroit pas de régler la longueur de l'année ſur ce nombre de jours; afin d'attacher, pour ainſi dire, les mêmes ſaiſons aux mêmes quantiemes, & de faire enſorte que toutes les années, autant qu'il dépend de nous, fuſſent conformes les unes aux autres. Mais on a trouvé, par obſervation, que le Soleil met 365 jours 5 heures 49 minutes à revenir au même degré de l'Ecliptique, & nous ne pouvons pas donner cette longueur à notre année, qui ne doit être formée que d'un certain nombre de jours complets.

400. Tout ce qu'on peut faire de plus pour mieux ſuivre le cours du Soleil, c'eſt de joindre des années trop courtes avec des années trop longues, & de faire enſorte qu'un certain nombre des unes & des autres priſes enſemble, ſoit de même longueur qu'un même nombre d'années ſolaires, ou de révolutions du Soleil autour de l'Ecliptique. On fait trois années de ſuite de 365 jours, & on ajoute un jour de plus à la quatrieme, qu'on fait de 366 jours, & qu'on nomme *Biſſextile*, pendant qu'on donne le nom de *communes* aux trois autres. Le jour de plus, on l'ajoute à Février, qui a 29 jours dans les années biſſextiles, au lieu qu'il n'a que 28 jours dans les années communes. Cet arrangement fut preſcrit par Jules Céſar; ce qui eſt cauſe qu'on donne le nom de *Style Julien* à cette maniere de régler les années. On a choiſi celles dont le nombre eſt diviſible par quatre, pour les rendre biſſextiles: 1760 eſt une de ces

années ; 1764 en eſt également une, de même que 176 1772, &c, elles ſeront de 366 jours, au lieu que les i termédiaires ſeront communes, ou ne ſeront que de 36 jours. Les unes compenſant les autres, quatre ſont à p près égales à quatre révolutions du Soleil.

401. Pour rendre l'égalité parfaite, il faudroit que Soleil mît préciſément 365 jours 6 heures à revenir au mêm degré de l'Ecliptique ; mais il y a, comme on voit, un différence de 11 minutes chaque année, & par conſéquen le Soleil, au lieu de finir ſes quatre révolutions avec n quatre années, les finit 44 minutes plutôt.

402. Cette différence, en ſe multipliant, ſi on ne pre noit ſoin de la prévenir, deviendroit à la fin très-conſidé rable. Elle avoit déja produit effectivement 10 jours, de puis l'établiſſement des Fêtes Mobiles, fait au Concile d Nicée l'an 325 de J. C. lorſque le Pape Grégoire XIII en réformant le Calendrier l'an 1582, ordonna, pour em pêcher cette erreur de s'accumuler, que pendant trois ſiecle de ſuite, à commencer à l'année 1700, chaque centiem année ne ſeroit pas biſſextile, mais que la centieme anné du quatrieme ſiecle ſeroit biſſextile, & ainſi de ſuite. Selon cet arrangement, les années 1800, 1900 ſeront communes, 2000 ſera biſſextile, 2100, 2200, 2300 ſeront communes, 2400 biſſextile, &c. Cette forme de Calendrier, qui eſt connue ſous le nom de *nouveau Style*, ou de *Style Grégorien*, n'ayant pas été généralement adoptée, quelques Nations ſuivent encore le *vieux Style*, c'eſt-à-dire, qu'elles comptent actuellement 11 jours de quantieme moins que nous. Après l'an 1800 la différence ſera de 12 jours, & elle ſera de 13 jours pendant les deux ſiecles qui ſuivront l'an 1900.

III.

Des Heures Civiles & des Heures Aſtronomiques.

403. On appelle *Heures Civiles* celles qu'on a coutume

compter dans le pays où l'on demeure. En France les
ırs ſont partagés en douze heures du matin & douze heu-
: du ſoir : le jour civil commence à minuit avec les heures
matin, celles du ſoir commencent à midi, & terminent
jour à minuit. En Italie le jour civil eſt partagé en 24
ures conſécutives, qu'on commence à compter au cou-
er du Soleil, & le jour ſuivant commence après le coucher
ivant, &c.

404. On appelle *Heures Aſtronomiques* les 24 heures
ı'on compte toutes de ſuite d'un midi à l'autre : ainſi le
ur aſtronomique ne commence qu'au midi du jour civil :
s heures du matin d'un jour civil appartiennent au jour
tronomique précédent. Par exemple, le 7 Avril à 8 heures
ı ſoir en temps civil, ſe compte le 7 Avril à 8 heures en
mps aſtronomique : mais le 7 Avril à 8 heures du matin,
compte le 6 Avril à 20 heures en temps aſtronomique.
ette maniere de compter eſt plus commode pour les cal-
ıls aſtronomiques, & il eſt facile de réduire l'une à l'autre.
ıes Marins ſe conforment en quelque ſorte au temps aſtro-
omique, puiſqu'ils font les calculs de leurs routes, & qu'ils
eglent toutes leurs opérations, d'un midi à l'autre.

I V.

De la réduction du Temps Civil qu'on compte ſur un Navire, au Temps Aſtronomique que l'on compte à Paris au même inſtant.

405. Les Tables des mouvements du Soleil & de la
Lune que nous employerons dans la ſuite, ayant été calcu-
ées ſur le Méridien de Paris, toutes les fois qu'on aura lieu
d'en faire uſage ſous un autre Méridien que celui de Paris,
l faudra commencer par réduire le temps civil qu'on compte
ſur le Navire, au temps aſtronomique qu'on compte à Paris.
Pour cet effet, il faut prendre garde d'où on eſt parti, &
par quelle route on eſt venu au lieu où eſt le Navire, ſi c'eſt
par l'Eſt ou par l'Oueſt. En partant d'un point, & de-là

faisant sa route par l'Est, on *gagne* du temps sur celui qu'
compte au point de départ. Si on faisoit le tour du Mon
par l'Est, on gagneroit un jour. Au contraire, en fais
route par l'Ouest, on *perd* du temps sur celui qu'on comp
au point du départ ; & après avoir fait le tour du Mon
en ce sens, on compteroit, en arrivant, un jour de moi
que ceux qui seroient restés dans le Port.

406. Un peu d'attention suffit donc pour faire la r
duction dont il s'agit, & quelques Exemples raisonnés se
viront de regle.

407. EXEMPLE I. Etant parti d'Europe pour all
en Chine par le Cap Horn & par la Mer Pacifique, on e
parvenu le 17 Août à $9^h 45'$ du matin à une longitude est
mée Est de 125 degrés à l'égard de Paris. On demand
l'heure astronomique qu'on compte à Paris. Je dis, pour êt
parvenu par le Cap Horn à 125 degrés à l'Est de Paris, il
fallu parcourir 235 degrés de longitude dans l'Ouest d
Paris. Or (395) 235 degrés répondent à $15^h 40'$: donc l
Navire a perdu $15^h 40'$ de temps sur Paris : donc à Paris o
compte $15^h 40'$ de plus : ainsi le 17 Août à $9^h 45'$ du mati
sur le Navire, doivent répondre au 18 Août à $1^h 25'$ d
matin à Paris en temps civil, ou au 17 Août à $13^h 25'$ e
temps astronomique, compté sur le Méridien de Paris.

408. EXEMPLE II. Un Navire part de Quanton pou
aller à Acapoulco. Il a fait 98 degrés dans l'Est de Quan-
ton ; on veut savoir quelle heure astronomique il est à Paris
lorsqu'on compte le 17 Juillet à midi sur le Navire.

Je trouve sur ma Carte que Quanton est à 110° 45' à
l'Est de Paris : j'y ajoute les 98 degrés courus à l'Est de
Quanton ; le Navire est donc comme s'il avoit fait 208° 45
à l'Est de Paris : or dans ce cas, il auroit gagné $13^h 55'$ sur
le temps qu'on compte à Paris ; donc il faut les ôter du 17
Juillet, & on aura le 16 Juillet à $10^h 5'$ temps astronomi-
que à Paris.

409. EXEMPLE III. Un Navire part de la Jamaïque
pour venir en Europe. Après avoir couru 56 degrés dans
l'Est, il compte le 31 Août à $11^h 24'$ du soir, on demande
le temps qu'on compte alors à Paris.

Je trouve sur la Carte (*Planche IX.*) que la Jamaïque par 299 degrés de longitude comptée de l'Isle-de-Fer. le est donc 61 degrés à l'Ouest de l'Isle-de-Fer, & 81 grés à l'Ouest de Paris. Or le Navire ayant fait 56 degrés 'Est de la Jamaïque, ne se trouve plus que 25 degrés dans)uest de Paris. C'est donc, à l'égard du temps, comme l fût parti de Paris, & eût singlé 25 degrés dans l'Ouest: ns ce cas il eût perdu $1^h\ 40'$ sur le temps qu'on compte à ris : donc à Paris on compte $1^h\ 40'$ de plus que sur le avire; donc on y compte le 31 Août $13^h\ 4'$ en temps as- onomique, ou le 1 de Septembre à $1^h\ 4'$ du matin, temps vil.

V.

)u *Calcul de l'Ascension droite du Soleil en Temps.*

410. Le calcul de l'ascension droite du Soleil en temps t absolument nécessaire pour un grand nombre de calculs ıtéressants, comme on le verra dans le Livre IV. Nous employerons ici comme un préliminaire de celui de la dé- inaison du Soleil, dont la connoissance exacte est d'un sage indispensable dans la Navigation.

411. Les Tables qui sont à la fin de ce Volume (page & suivantes) ont été dressées avec soin pour tous ces cal- ıls. Voici la maniere de procéder à la recherche de l'ascen- on droite du Soleil, à un instant donné sur le Navire.

412. 1°. Si le temps donné est en Janvier ou Février 'une année bissextile, il faut en ôter un jour, & calculer omme pour la veille du jour donné.

413. 2°. Il faut réduire le temps donné en temps as- ronomique compté au Méridien de Paris (405 & suiv.)

414. 3°. Il faut faire une colonne de rangs de nom- ıres, savoir, pour l'*année*, pour le *jour* du mois, pour '*heure* du jour réduite au Méridien de Paris, pour les *minu- es*, & enfin pour le *surplus* qui convient à l'heure du jour. Il aut prendre la somme de ces nombres, en rejettant 24

heures, si cette somme les excede, & on aura l'ascens droite cherchée.

415. EXEMPLE I. Ayant parcouru 48 deg. dans l' de Paris, on demande l'ascension droite pour le 15 Févr 1764 à 9h 48′ du soir.

Le temps astronomique qu'on compte à Paris, est, à cau de la bissextile, le 14 Février à 6h 39′. J'ai donc...

Pour 1764 (Table I. pag. 3.)	18h	46′	2
Pour le 14 Février (Table II. pag. 4.)	3	8	1
Pour 6 heures (Table III. pag. 5.)			5
Pour 36 minutes (Table IV. pag. 5.)			5
Pour le surplus de 6h le 14 Fév. (Table V. p. 6.)			4
Somme. Ascension droite demandée	21h	55′	41

416. EXEMPLE II. On demande l'ascension droi du Soleil le 17 Août 1763 à 9h 45′ du matin comptées su le Navire, dans l'Exemple I de l'article précédent (407).

Il faut donc calculer sur le Méridien de Paris pour 176 le 17 Août à 13h 25′ temps astronomique.

Pour l'année 1763	18h	43′	5
Pour le 17 Août	15	2	39
Pour 13 heures		1	57
Pour 25 minutes			4
Pour le surplus de 13 heures le 17 ou 18 Août			4
Somme	33	47	49
Otez	24		
Ascension droite cherchée	9	47	49

V I.

Du Calcul de la déclinaison du Soleil.

417. On a coutume de se servir dans la Marine de Tables de déclinaison du Soleil calculées pour quatre années consécutives, pour un Méridien déterminé, comme celui de Paris ou de l'Isle-de-Fer: mais malgré toutes les

ductions qu'on y fait, ce calcul n'eſt jamais aſſez exact.
me paroît donc qu'un Pilote qui tend à la préciſion dans
s opérations, doit calculer ſa déclinaiſon directement ; &
eſt dans cette intention que nous avons dreſſé des Tables
opres pour cela.

418. Dans les calculs qui demandent de la préciſion, il
t fort commode d'exprimer les fractions de minutes de de-
és par des *décimales*, c'eſt-à-dire, par des dixiemes. Pour
la on ſuppoſe que la minute de degré eſt diviſée en 10
rties égales, (dont chacune vaut par conſéquent 6 ſe-
ndes,) cette ſubdiviſion étant ſuffiſante, eu égard aux
ſtruments dont on ſe ſert en Mer pour obſerver, leſquels
onnent tout au plus la minute de degré. On ſépare le nom-
re, qui exprime combien il y a de dixiemes jointes à la
inute, par une ſimple virgule miſe après cette minute. Par
xemple, $18^\circ\ 23',7$ eſt l'expreſſion de 18 degrés 23 minutes
7 dixiemes : le calcul n'en eſt pas plus embarraſſant, il
ſt préciſément le même que ſi le degré étoit diviſé non en
0 minutes, mais en 600, de ſorte que l'expreſſion précé-
ente équivaut à celle-ci $18^\circ\ \frac{237}{600}$. Les exemples que nous
onnerons ne laiſſeront au Navigateur aucun embarras pour
alculer avec ces ſortes de fractions, qu'il peut négliger
ans les commencements, pour n'y avoir égard que lorſqu'il
era bien exercé ſur les nombres ordinaires.

419. Lors donc qu'on aura beſoin de connoître la dé-
linaiſon du Soleil, ſoit à midi pour déterminer la latitude,
oit à ſon lever ou à ſon coucher pour déterminer la varia-
ion, ſoit dans quelque autre temps pour calculer l'heure
raie par le moyen de la hauteur du Soleil, il faudra com-
nencer par chercher l'aſcenſion droite du Soleil, ſelon les
egles de l'article précédent, puis chercher dans la Table VI
(page 8 ou 9) la déclinaiſon qui répond à cette aſcenſion
lroite.

420. Par exemple, on trouvera que la déclinaiſon qui
répond à $21^h\ 55'\ 41''$ eſt de $12^\circ\ 38',1$ auſtrale : car pour
$21^h\ 55'$ on trouve $12^\circ\ 41',6$ avec une diminution de $5',3$
par minute de temps : ainſi ce qui convient aux $41''$ qui ex-

cedent 21^h 55′, eſt les deux tiers de 5′,3, qui font 3′,5 q
faut par conſéquent ôter de 12° 41′,6. Cette déclinaiſon
auſtrale, parce qu'elle répond à l'une des 12 dernieres he
res des 24 qui font l'Equateur entier. De même la déclin
ſon du Soleil qui répond à 9^h 47′ 49″ d'aſcenſion droite
13° 19′,3 boréale : car pour 9^h 48′ on trouve 13° 18′
avec une diminution de 5′,2 par minute de temps :
9^h 47′ 49″ eſt plus petit que 9^h 48′ de 11″ ou d'environ
il faut donc ajouter le cinquieme de 5′,2 qui eſt 1′,0 à 1
18′,3 pour avoir la vraie déclinaiſon, laquelle eſt boréal
parce que l'heure de l'aſcenſion droite eſt une des 12 premiere

421. Le calcul des Tables de la déclinaiſon du Soleil ſe fait par
Trigonométrie ſphérique. Dans le premier Exemple précédent il fa
réduire d'abord l'aſcenſion droite du Soleil en degrés. On trouv
Fig. 44. 328° 55′. Imaginant qu'on les ait comptés depuis *P* (*Fig.* 44.) dan
le ſens *PTAE* juſques en un point *D*, ce point ſera celui de l'aſcen
ſion droite du Soleil. Imaginant de plus un arc de grand cercle *D*
perpendiculaire à l'Equateur, ſa rencontre avec l'Ecliptique marqu
en *B* le lieu du Soleil dans l'Ecliptique. Ainſi *DB* devient la meſur
de la diſtance du Soleil à l'Equateur, & par conſéquent *DB* exprime l
déclinaiſon du Soleil. Or dans le triangle ſphérique *PDB* rectangle en
D, on connoît l'angle *BPD* qui eſt juſques vers la fin de ce ſiecle de
23° 28′,1, & le côté *PD* de 31° 5′, ſupplément à 360 deg. de 328° 55′
On aura donc (145. 37) la proportion ſuivante : *Le rayon eſt au ſinus d*
l'arc de l'Equateur compris entre l'aſcenſion droite du Soleil & la plus
proche interſection de l'Equateur avec l'Ecliptique, comme la tangente
de 23° 28′,1 eſt à la tangente de la déclinaiſon du Soleil.

VII.

Du Calcul du paſſage des Etoiles au Méridien.

422. Le calcul du paſſage des Etoiles au Méridien eſt fort important, lorſqu'on veut ſe ſervir des Etoiles ſur Mer, à la place du Soleil, que les nuages, les brumes cachent ſouvent pendant le jour. Or ce calcul eſt fort aiſé, il ſuffit de connoître l'aſcenſion droite du Soleil au temps propoſé, & la retrancher de celle de l'Etoile (augmentée de 24 heures, ſi elle ſe trouve plus petite,) puiſque (350) la différence des
aſcenſions

ascensions droites en temps, donne la différence des passages au Méridien.

423. Soit donc proposé de trouver à quelle heure Syrius passera au Méridien de Paris le 24 Janvier 1764.

Selon les Tables, l'ascension droite du Soleil le 24 Janvier 1764 à midi, est $20^h\ 25'\ 45''$. Celle de Syrius réduite au commencement de 1764, est $6^h\ 34'\ 46''$: retranchant $20^h\ 25'\ 45''$ de $6^h\ 34'\ 46''$ (ou de $30^h\ 34'\ 46''$), le reste $10^h\ 9'\ 1''$ seroit le temps précis du passage de Syrius au Méridien, si l'ascension droite du Soleil avoit été calculée pour le 24 Janvier à $10^h\ 9'$. Mais l'ayant été pour midi, il faut en recommencer le calcul pour $10^h\ 9'$, afin d'ôter cette ascension droite de celle de l'Etoile ; ou bien il suffira de retrancher de l'heure trouvée, d'abord le mouvement du Soleil en ascension droite & le *surplus* qui conviennent à cette heure. Ainsi j'ai $1'\ 31''$ pour $10^h\ 9'$ (Tables III & IV), & $14''$ pour le *surplus* qui convient à 10 heures le 24 Janvier (Tab. V). J'ôte donc $1'\ 45''$ de $10^h\ 9'\ 1''$, & j'ai $10^h\ 7'\ 16''$, temps vrai du soir du passage de Syrius au Méridien de Paris le 24 Janvier 1764.

424. On demande l'heure du passage de *Regulus* au Méridien de Constantinople le 1 Septembre 1771. Ce jour, lorsqu'il est midi à Constantinople, on compte à Paris le 31 Août à $22^h\ 13'\ 46''$. Or alors l'ascension droite du Soleil est, selon les Tables, $10^h\ 40'\ 54''$; la retranchant de $9^h\ 56'\ 0''$, (ou de $33^h\ 56'\ 0''$) ascension droite de Regulus vers la fin de 1771, reste $23^h\ 15'\ 6''$, temps à peu pres du passage de Regulus au Méridien de Constantinople. Le mouvement du Soleil en ascension droite pour $23^h\ 15'$ est $3'\ 29''$, & le surplus pour le 1 Septembre est 2 ou $3''$: ôtant donc $3'\ 31''$ de $23^h\ 15'\ 6''$, restent $23^h\ 11'\ 35''$ pour le vrai temps astronomique du passage de Regulus au Méridien de Constantinople le 1 Septembre 1771, ou, en temps civil, le 2 Septembre à $11^h\ 11'\ 35''$ du matin.

425. Une autre méthode pour les lieux qui ne sont pas sous le Méridien de Paris, est de calculer d'abord le passage de l'Etoile au Méridien de Paris, puis y ajouter le mouve-

ment du Soleil en ascension droite jointe au *surplus*, qui convient à la différence des Méridiens si le lieu est à l'Est de Paris, ou l'en retrancher si le lieu est à l'Ouest. Par exemple, le 1 Septembre 1771, ayant trouvé $23^h\ 11'\ 19''$, temps vrai du passage de Regulus au Méridien de Paris, il faut y ajouter $16''$, mouvement du Soleil en ascension droite & *surplus*, qui conviennent à $1^h\ 46'\ 14''$, différence des Méridiens dont Constantinople est à l'Est de Paris; & on a $23^h\ 11'\ 35''$ pour le temps vrai du passage de Regulus au Méridien de Constantinople.

CHAPITRE IV.

Du Mouvement particulier de la Lune, & de la maniere de trouver à peu près l'âge de cette Planete.

I.

Des différentes Révolutions de la Lune.

426. LA LUNE a un mouvement particulier par rapport au Ciel, comme les autres Planetes; ce mouvement est même assez rapide. Pendant que les Cieux paroissent entraîner chaque jour la Lune d'Orient en Occident, & lui faire faire une révolution en passant de son lever au Méridien, puis à son coucher, cette Planete avance en sens contraire d'environ 13° 11' par jour. La rapidité de ce mouvement est cause qu'il suffit de le considérer pendant quelques instants pour qu'on s'en apperçoive. Si la Lune est auprès d'une certaine Etoile, cette Planete, quelque temps après, se trouvera en arriere, ou vers l'Est, & le lendemain à la même heure, on la verra à une distance beaucoup plus grande vers l'Est, qui sera de 13 à 14 degrés.

427. La Lune continue de jour en jour à s'éloigner de

l'Etoile vers l'Eſt; après s'en être éloignée de 180 degrés, elle commence à s'en rapprocher par le côté de l'Oueſt, & vient la rejoindre à la fin, & fait ainſi le tour du Ciel. Il lui faut pour cela environ 27 jours & un tiers; c'eſt ce qu'on nomme ſon *mois périodique*. Elle a fait alors une révolution entiere d'Occident en Orient, puiſqu'elle eſt revenue exactement au même point du Ciel. Mais ſi on rapporte la Lune au Soleil, comme nous l'avons fait à une Etoile, on trouvera qu'il faut environ deux jours de plus à la Lune pour le rejoindre, parce qu'elle ne le trouve plus dans la même place où elle l'avoit quitté. Il s'avance d'environ un degré par jour dans le même ſens que la Lune; ainſi la Lune ne s'éloigne du Soleil que d'environ 12° $\frac{1}{5}$ par jour; il faut par conſéquent environ 29 jours & demi pour que la Lune rejoigne le Soleil. Cet eſpace de temps s'appelle *une Lunaiſon*, ou *un mois Synodique*, *une révolution ſynodique*.

428. Le mouvement périodique de la Lune, ainſi que celui des autres Planetes, eſt ſujet à une inégalité, ſelon laquelle la vîteſſe de cette Planete, en partant du point le plus éloigné de la Terre, va toujours en augmentant juſques à un certain point le plus près de la Terre, & qu'on appelle le *Périgée de la Lune*; depuis ce point la vîteſſe va en diminuant de la même maniere juſques au point le plus éloigné d'où la Lune étoit ſuppoſée partir: on l'appelle l'*Apogée de la Lune*. Après quoi ſa vîteſſe recommence à augmenter, & ainſi de ſuite. La Lune s'approche donc de la Terre à meſure que ſa vîteſſe augmente, ce qui fait que ſon diametre paroît augmenter auſſi; & elle s'éloigne de la Terre, & ſon diametre diminue en apparence à meſure que ſa vîteſſe diminue. Ainſi la vîteſſe actuelle de la Lune, ſa diſtance à la Terre, & la grandeur apparente de ſon diametre dépendent de la diſtance de la Lune à ſon Apogée, qui eſt le terme de l'inégalité principale de ſes mouvements; cet arc de diſtance s'appelle l'*Anomalie de la Lune*, & le temps que la Lune emploie à revenir à ſon Apogée s'appelle la *révolution anomaliſtique de la Lune*. Il eſt d'un peu plus de 27 jours $\frac{1}{2}$.

429. Enfin dans l'efpace d'environ 27 jours $\frac{1}{3}$ la Lune coupe l'Ecliptique en deux points oppofés l'un à l'autre, & qu'on appelle *les nœuds de la Lune.* Son mouvement particulier fe faifant dans un cercle incliné à l'Ecliptique d'environ 5 degrés $\frac{1}{7}$, de forte que pendant environ 13 jours $\frac{1}{2}$ la Lune eft au Nord de l'Ecliptique, & pendant 13 autres jours $\frac{1}{2}$ elle eft au Sud de ce cercle, & qu'enfin 6 jours $\frac{3}{4}$ avant ou après fon paffage par un des nœuds, elle eft à fa plus grande diftance de l'Ecliptique, laquelle eft d'environ $5^\circ \frac{1}{7}$, comme on vient de le dire.

430. La Lune eft beaucoup plus près de la Terre qu'aucune des autres Planetes; elle eft environ 320 fois plus près de nous que nous ne le fommes du Soleil; elle eft environ 50 fois plus petite que la Terre. Elle nous cache les Etoiles, & même les Planetes lorfqu'elle paffe au-devant d'elles à notre égard.

431. La proximité de la Lune eft caufe que deux Obfervateurs placés fur la furface de la Terre en des points un peu éloignés, & regardant la Lune au même inftant, la rapportent à différents points du Ciel, l'un la voit vis-à-vis une Etoile, & l'autre vis-à-vis une autre Etoile, de même qu'il arrive que deux Spectateurs regardant en même temps un même objet peu éloigné, l'un le trouve dans l'alignement d'un arbre qui termine l'Horizon, l'autre le trouve dans l'alignement d'une maifon. Cette différence de pofition apparente s'exprime par le mot de *parallaxe*: & il eft évident que la parallaxe doit être d'autant plus grande, que les Spectateurs font plus éloignés l'un de l'autre, & que l'Aftre eft plus près d'eux. La parallaxe de la Lune peut monter jufques à deux degrés; mais on ne la calcule ordinairement qu'à l'égard de deux Spectateurs, dont l'un feroit au centre de la Terre, & l'autre en un point quelconque fur fa furface, ce qui réduit la plus grande parallaxe poffible à un degré environ. Le Soleil n'a pas de parallaxe fenfible, puifqu'étant 320 fois plus loin que la Lune, fa parallaxe ne peut être que de la 320 partie d'un degré. Les autres Planetes n'en ont pas non plus de fenfible à l'égard de la Terre.

II.

Des différentes Phases de la Lune, & de ses Eclipses.

432. La Lune, non plus que les autres Planetes, n'a point de lumiere propre ; elle emprunte du Soleil toute celle qu'elle nous paroît avoir. Nous la voyons quelquefois comme divisée en deux parties, dont l'une est lumineuse, & l'autre obscure. La partie lumineuse est éclairée par le Soleil ; elle nous renvoie la lumiere qu'elle reçoit, au lieu que l'autre partie est dans l'ombre. Lorsque nous présentons une boule à la lumiere d'un flambeau, il y a toujours environ la moitié de la boule qui est éclairée par le flambeau : il arrive à peu près la même chose à la Lune ; nous ne voyons pas toujours cette Planete parfaitement ronde, parce qu'elle ne nous présente pas continuellement toute sa partie éclairée. On donne le nom de *Phases* aux différentes apparences que prend la Lune, selon qu'elle est située à l'égard du Soleil, & par rapport à nous.

433. Si la Lune se trouve en *N* (*Fig. 66.*) sur la ligne Fig. 66.
droite qui joint le Soleil *S* & la Terre *T*, elle ne nous présentera que sa partie obscure, & nous ne la verrons point. On dit alors qu'elle est *nouvelle*, ou qu'elle est *en conjonction.* C'est de l'instant où elle se trouve dans cette position, qu'on commence à compter l'*âge de la Lune.* Si la Lune, étant dans cette position, étoit aussi près d'un de ses nœuds, alors étant dans l'Ecliptique entre le Soleil & la Terre, elle cacheroit pour quelques instants la vue du Soleil à ceux des habitants de la Terre qui se trouveroient précisément dans la ligne tirée du Soleil à la Lune ; & à l'égard de ces habitants, il y auroit *Eclipse de Soleil*, laquelle paroîtroit plus ou moins grande, à proportion que la partie de la route que la Lune décrit, paroîtroit plus approchante de l'Ecliptique. *Les Eclipses de Soleil ne peuvent donc arriver que dans le temps des conjonctions ou nouvelles Lunes.*

Fig. 66. 434. Le jour de la nouvelle Lune cette Planete se leve en même temps à peu près que le Soleil; elle passe au Méridien en même temps, & elle se couche aussi en même temps; mais les jours suivants, elle se leve, passe au Méridien, & se couche de plus en plus tard; de sorte que la quantité moyenne du retard d'un lever comparé au suivant, d'un passage au Méridien comparé au suivant, &c, est de 48 minutes à peu près.

435. Sept jours & un tiers après la conjonction, la Lune se trouve éloignée du Soleil de 90 degrés vers l'Orient; elle est alors comme en *P*, elle ne présente vers nous que la moitié de sa partie éclairée, l'autre moitié étant tournée en dehors par rapport à nous. C'est ce qu'on nomme *le premier Quartier*. Elle se leve vers le temps que le Soleil est au Méridien; elle passe au Méridien lorsque le Soleil se couche, & elle se couche vers minuit.

436. Quatorze jours & demi ou quinze jours après la nouvelle Lune, cette Planete se trouve en *L*, précisément à l'opposite du Soleil. Alors nous devons la voir parfaitement ronde, parce que toute sa partie éclairée se trouve tournée vers nous. On dit donc que la Lune est *pleine*, ou qu'elle est en *opposition*. Elle nous éclaire dans ce temps-là pendant toute la nuit; elle se leve lorsque le Soleil se couche; elle passe au Méridien à minuit, & elle se couche vers le temps du lever du Soleil.

Lorsque la Lune se trouve exactement en opposition dans un de ses nœuds, ou à peu de distance d'un des nœuds, la Terre porte son ombre jusques sur la Lune, parce que l'ombre de la Terre s'étend dans l'Ecliptique à l'opposite du Soleil: alors la Lune souffre nécessairement une éclipse; elle cesse de nous renvoyer de la lumiere, parce qu'elle cesse d'en recevoir. Il est évident que l'*éclipse de Lune ne peut arriver que dans les seules pleines Lunes ou oppositions*: car il faut que la Terre soit exactement entre deux, pour qu'elle puisse empêcher la lumiere du Soleil de tomber sur la Lune.

437. Enfin, lorsque l'âge de la Lune est d'environ 22 jours & $\frac{1}{6}$, & qu'elle se trouve au point *D*, n'étant

éloignée du Soleil que de 90 degrés du côté de l'Occident, on ne voit plus que la moitié de sa partie éclairée, & elle est alors dans son *dernier Quartier*. Elle se leve vers minuit: elle passe au Méridien vers 6 heures du matin, & se couche vers midi. La Lune, continuant de s'approcher du Soleil, redevient nouvelle au bout de 29 jours $\frac{1}{2}$ environ. Fig. 66.

438. On nomme *Syzygies* les nouvelles ou pleines Lunes. La *ligne des Syzygies* est la ligne droite qui passe par le Soleil, par la Terre & par la Lune, soit que cette derniere Planete se trouve de même côté que le Soleil, ou qu'elle se trouve du côté opposé. *Les éclipses ne peuvent donc arriver que dans les Syzygies ;* mais elles n'arrivent pas dans toutes les Syzygies, parce que la Lune n'est pas toujours proche d'un de ses nœuds à chaque Syzygie. Quoique nous cessions de voir la Lune dans les conjonctions, parce qu'elle ne nous présente que sa partie obscure, nous ne regardons pas cette disparition comme une éclipse, puisque nous savons bien que la Lune n'est pas alors privée de sa lumiere.

III.

Du Calcul du jour où arrivent les nouvelles & pleines Lunes, & premiérement du Nombre d'or.

439. Les nouvelles & pleines Lunes ne peuvent pas, dans notre Calendrier, arriver au même quantieme de chaque mois ; mais elles doivent anticiper, puisque les Lunaisons sont plus courtes que nos mois, de sorte que douze Lunaisons ne font qu'un peu plus de 354 jours $\frac{1}{3}$. Ainsi supposé que la Lune soit nouvelle aujourd'hui, elle ne le sera pas le même jour du mois dans l'année prochaine, mais environ 11 jours plutôt. En 3 ans ou 36 mois solaires, il y a 37 Lunaisons ou mois lunaires, & environ 3 jours de plus : mais au bout de 19 ans, les nouvelles & pleines Lunes arrivent le même jour du mois, & presque à la même

heure, parce que 19 années ou 228 de nos mois solaires répondent à un nombre assez exact de Lunaisons complettes, savoir à 235. C'est cette période que les anciens Astronomes remarquerent, & qui donna lieu d'en introduire l'usage sous le nom de *Nombre d'or*, pour trouver l'âge de la Lune à l'aide des Epactes.

440. Pour trouver le Nombre d'or qui appartient à une année, on ajoute 1 à l'année proposée, & on divise la somme par 19. Le reste de la division est le Nombre d'or, & on néglige le quotient.

Si l'on propose, par exemple, l'année 1760, il faudra diviser 1761 par 19, & comme il restera 13 à la division, on aura 13 pour le Nombre d'or. On ajoute 1 avant que de faire la division, parce qu'il y avoit 1 de Nombre d'or à la Naissance de JESUS-CHRIST.

De l'Epacte.

441. Les Epactes sont des nombres qui expriment pour chaque année l'âge à peu près qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de 1759 la Lune étoit, par exemple, âgée de 12 jours, c'est-à-dire, qu'à la fin de 1759 il y avoit 12 jours d'écoulés depuis la derniere conjonction ou nouvelle Lune. C'est pourquoi 1760 a 12 d'Epacte.

442. L'Epacte doit augmenter de 11 chaque année. Car, puisque les nouvelles Lunes arrivent 11 jours plutôt une année que l'année précédente, l'âge de la Lune doit augmenter de la même quantité.

443. Il y a une correspondance entre le Nombre d'or & les Epactes, puisque le Nombre d'or est la période du retour de la Lune à son même âge le même jour de l'année; mais à cause de la correction des années bissextiles de 100 en 100 ans, cette correspondance change toutes les fois qu'on omet une bissextile. Dans le siecle compris entre 1700 & 1800 la correspondance entre le Nombre d'or & l'Epacte est exprimée dans la Table suivante.

Nombre d'or.	Epactes.	Nombre d'or.	Epactes.
1	29	10	9
2	11	11	20
3	22	12	1
4	3	13	12
5	14	14	23
6	25	15	4
7	6	16	15
8	17	17	26
9	28	18	7
		19	18

Etant donnée l'Epacte de l'année, trouver à peu près l'âge de la Lune pour un jour proposé.

444. Ajoutez ensemble l'Epacte, le nombre des mois écoulés depuis Mars inclusivement, & le quantieme du mois. La somme donne l'âge de la Lune; mais lorsqu'elle surpasse 30, on en prend le surplus, si le mois a 31 jours; & le surplus de 29 si le mois n'a que 30 jours.

On demande, par exemple, l'âge de la Lune le 8 Mai 1760. L'Epacte, comme nous l'avons vu, est 12. Il y a, outre cela, en Mai trois mois écoulés depuis Mars, parce qu'on comprend Mars dans ce nombre, de même que le mois proposé. La somme des deux nombres fait 15, & ajoutant de plus 8 de quantieme, il vient 23 pour l'âge de la Lune.

445. Si on suppose que le Nombre d'or seulement soit donné, on cherchera l'Epacte dans la Table précédente, le reste du calcul se fera comme ci-dessus. Soit proposé de trouver l'âge de la Lune le 23 Novembre 1770, année qui a 4 pour le Nombre d'or, l'Epacte sera donc 3; & si l'on fait une somme de l'Epacte, de 9 qui marque les mois écoulés depuis Mars, & de 23 pour le quantieme, on aura 35. Il faut

prendre l'excès au-dessus de 29, parce que le mois de Novembre n'a que 30 jours, & il viendra 6 pour l'âge de la Lune.

Etant donnée l'Epacte de l'année, trouver à peu près le jour de la nouvelle Lune pour un mois proposé.

446. Lorsqu'on connoît l'âge de la Lune, on peut savoir quel jour arrive la nouvelle Lune; mais on peut le trouver immédiatement, en ajoutant simplement deux choses, savoir l'Epacte avec le nombre des mois écoulés depuis Mars, & en ôtant de 29 ou de 30 la somme, selon que le mois a 31 jours ou 30 jours; & on l'ôte de 60, si elle est trop grande. La raison de cette pratique est bien simple. La somme de l'Epacte & des mois écoulés depuis Mars donne l'âge de la Lune à la fin du mois proposé. Ainsi en l'ôtant de 30, il doit rester le jour de la nouvelle Lune.

447. Le calcul des Epactes telles qu'on les vient d'expliquer, ne donne des résultats qu'à peu près, & qui peuvent tromper de deux jours environ par excès ou par défaut, à l'égard des vrais mouvements de la Lune. C'est pourquoi, quand on a besoin de savoir précisément l'âge de la Lune, il faut employer à cette recherche les Tables astronomiques, comme on le verra bientôt.

I V.

Du Cycle Solaire, & de la maniere de trouver quel jour de la semaine doit tomber un quantieme ou une date proposée.

448. Quoique la maniere d'ordonner toutes les parties du Calendrier, n'ait qu'un rapport assez éloigné avec le Pilotage, nous croyons néanmoins devoir continuer à en parler. Il est à propos de précautionner les Pilotes contre l'inconvénient dans lequel ils tomberoient, si pendant les longs séjours qu'ils font quelquefois avec leurs Vaisseaux sur des Côtes désertes, ils tomboient dans quelque mécompte sur le quantieme du mois. Il est certain que le retour réglé des jours de la semaine sert souvent à nous empêcher de nous tromper sur ce point.

449. On nomme *Cycle Solaire* une révolution de 28 ans, à la fin

aquelle les jours de la ſemaine & les quantiemes des mois ſe répon-
: de la même maniere. Cette révolution eſt de 28 ans, à cauſe des
urs de la ſemaine qui ſe multiplient par les 4 années au bout deſ-
les revient la biſſextile. *Pour trouver le Cycle Solaire*, on ajoute 9
nnée propoſée, & on diviſe la ſomme par 28; le quotient de la
ſion marque le nombre de fois dont la révolution s'eſt répétée de-
Jesus-Christ, & le reſte marque le Cycle Solaire.

50. Si l'on veut avoir, par exemple, le Cycle Solaire pour 1760,
liviſera 1769 par 28, & comme il reſtera 5 à la diviſion, on aura
: Cycle Solaire.

De la Lettre Dominicale.

51. On aſſigne dans les Calendriers une des ſept premieres lettres
l'alphabet à chaque jour du mois; la *Lettre Dominicale* eſt celle
indique les Dimanches; & le Cycle Solaire ſert à trouver cette let-
, pendant tout l'intervalle de temps où l'on n'aura pas omis une
extile de 4 en 4 ans. Si l'on trouve, par exemple, que E ſoit la
tre Dominicale d'une certaine année, on n'aura qu'à chercher dans
Calendrier tous les jours qui ſont marqués par E, & on aura les Di-
nches: la Lettre Dominicale ne ſera plus la même l'année ſuivante,
ce que les Dimanches ne répondent pas aux mêmes quantiemes
ıx années de ſuite. Le Cycle Solaire ſera plus grand, & il indiquera
te différence, qui vient de ce que l'année ne contient pas un nom-
exact de ſemaines. L'année commune contient 52 ſemaines & un
r, & l'année biſſextile 52 ſemaines & deux jours.

152. Voici une petite Table qui marque le rapport pour le ſiecle
ſent entre le Cycle Solaire & les Lettres Dominicales. Il faut re-
rquer que les années biſſextiles ont deux de ces lettres: la premiere
: depuis le commencement de l'année juſqu'au 24 de Février, & la
onde ſert tout le reſte de l'année.

Pour les Lettres Domin. pendant le dix-huitieme ſiecle.

ycle Solaire	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
ettres Domin.	DC.	B.	A.	G.	FE.	D.	C.	B.	AG.	F.	E.	D.	CB.	A.	G.	F.
ycle Solaire	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.				
ettres Domin.	ED.	C.	B.	A.	GF.	E.	D.	C.	BA.	G.	F.	E.				

453. Le retranchement de la biſſextile à la fin de ce ſiecle, ſera
uſe que la petite Table précédente ceſſera de ſervir, on aura recours
ɔrs à cette autre.

Pour les Lettres Domin. pendant le dix-neuvieme ſiecle.

Cycle Solaire	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Lettres Domin.	ED.	C.	B.	A.	GF.	E.	D.	C.	BA.	G.	F.	E.	DC.	B.	A.	G.
Cycle Solaire	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.				
Lettres Domin.	FE.	D.	C.	B.	AG.	F.	E.	D.	CB.	A.	G.	F.				

CHAPITRE V.

Méthode pour calculer plus exactement [...] Phaſes de la Lune.

454. LE CALCUL des Epactes ordinaires étant t[...] groſſier pour être d'uſage ſur Mer, il a fallu avoir recour[...] des Tables aſtronomiques qui donnent beaucoup plus [...] préciſion. Celles dont on va enſeigner l'uſage, font conn[...] tre le vrai temps des Phaſes de la Lune à une heure pr[...] On auroit pu pouſſer l'exactitude de cette déterminatio[...] 7 ou 8 minutes; mais il auroit fallu trop compliquer ce c[...] cul, qui ne ſert gueres qu'à connoître l'heure des mar[...] dans les parages dont on connoît l'établiſſement. Or il ſu[...] pour cela que l'on ſache le vrai temps des Syzygies ou d[...] Quadratures à 3 heures près, pour ne ſe tromper jamais [...] 10 minutes ſur le temps de la plus haute marée, dans l[...] jours où des vents forcés ne la rendent pas irréguliere.

I.

Regles de calcul pour trouver le temps de l[...] nouvelle Lune ou de la pleine Lune, d[...] premier ou du dernier Quartier, dans u[...] mois d'une année propoſée.

455. Dans les trois Tables deſtinées pour ce calc[...] (voyez page 10 & 11) on trouve des colonnes qui ont e[...] tête la lettre *A*, avec des nombres qui ne paſſent pas 100[...] Ces nombres indiquent l'*anomalie* de la Lune. Il faut re[...] marquer que, lorſqu'en ajoutant ces nombres, leur ſomm[...] ſurpaſſe 1000, on n'écrit que l'excédent : par exemple, [...] la ſomme étoit 1245, on n'écrit que 245. La raiſon en e[...] que 1000 marquant une révolution complette de la Lune [...]

ard du terme de sa plus petite vîtesse, le nombre 1245 rime une révolution plus la $\frac{245}{1000}$ partie d'une révolution. comme les inégalités de la Lune recommencent à être nêmes après chaque révolution, on ne doit plus avoir rd à la révolution achevée, mais à l'excédent 245, qui rime la distance actuelle de la Lune à son Apogée, ou erme de ses inégalités.

456. La lettre *P* qui est à la tête des colonnes des Tas I & II (page 10.) sert à indiquer l'ordre des *Phases* la Lune. 1 exprime la nouvelle Lune, 2 le premier Quar-, 3 la pleine Lune, 4 le dernier Quartier: 5 est un reır de nouvelle Lune, 6 est un retour de premier Quar-, 7 est un retour de pleine Lune, & 8 est un retour de rnier Quartier. De sorte que dans ces Tables une noulle Lune est indiquée par le temps où le nombre *P* des nées fait 1 ou 5 avec le nombre *P* des mois: un premier artier par le temps où le nombre *P* des années fait 2 ou 6 ec celui des mois: une pleine Lune, par le temps où le mbre *P* des années fait 3 ou 7 avec le nombre *P* des mois: fin, un dernier Quartier par le temps où le nombre *P* des nées fait 4 ou 8 avec le nombre *P* des mois.

457. Quelques Exemples de l'usage de ces Tables seront de regles, parce qu'il n'y a aucune difficulté dans le lcul.

EXEMPLE I. *On demande le temps de la nouvelle Lune mois de Juillet* 1767?

Le nombre *P* qui convient à l'année 1767 étant 2, il ut chercher dans la case du mois de Juillet la ligne où le ombre *P* fera 1 ou 5 avec celui des années. Cette ligne est elle où le nombre *P* est 3. Ajoutez donc ensemble les nomres qui sont pour l'année 1767 dans la Table I (pag. 10.) dans la ligne trouvée pour le mois de Juillet, Table II *ibid.*); puis avec le nombre *A* qui résulte de la somme des eux nombres *A* de chaque Table, cherchez dans la Table II (pag. 11.) l'équation qu'il faut toujours ajouter à la omme des temps trouvés, pour avoir le temps vrai de la hase cherchée. En observant : 1°, de prendre cette équa-

tion dans la partie de la Table III qui convient à l'esp de la Phase : 2°, de prendre à peu près & à la vue les par proportionnelles. On aura donc

1767........................	6^j	17^h	$3'$	...6
Juillet........................	18	6	47	...2
Somme........................	24	23	50	...8
Equation pour les Syzygies......		8	5	
Temps de la nouvelle Lune..Juillet	25 à	7^h	$55'$	

458. EXEMPLE II. *On demande le moment du prem Quartier de la Lune en Février 1796 ?*

Le nombre *P* pour l'année 1796 est 4 : il faut donc pre dre dans la case de Février la ligne où le nombre *P* est 2 & on aura

1796........................	0^j	10^h	$16'$	...85
Février........................	13	9	10	...60
Somme........................	13	19	26	...46
Equation pour les Quadratures...		18	20	
Temps trouvé................	14	13	46	
Ajoutez à cause de l'année bissextile	1			
Donc premier Quartier...Février	15 à	13^h	$46'$	

459. EXEMPLE III. *Etant à Quanton dans la Chine on veut savoir le moment de la pleine Lune au mois de Mai 1773 ?*

Le nombre *P* de l'année 1773 est 3. Pour avoir la pleine Lune de Mai, il faudroit chercher dans la case de Mai la ligne où le nombre *P* est 4 ; mais comme en opérant comme ci-dessus, la somme des temps $7^j\ 8^h\ 34'$ & $27^j\ 17^h\ 28'$ feroit plus de 35 jours, ce qui feroit tomber la pleine Lune en Juin, il faudra aller prendre le nombre *P* dans la case d'Avril ; on aura donc

				A
773	7^j	8^h	$34'$	..224
vril	28	5	52	..287
omme, ôtant les 30^j d'Avril..Mai	5	14	26	..511
quation pour les Syzygies		14	15	
emps de la pleine Lune à Paris	6	4	41	
iff. Orient. des Mér. de Paris à Quanton		7	23	
onc pleine Lune à Quanton....Mai	6 à 12^h		$4'$	

460. EXEMPLE IV. *Etant à Quebec, on demande le mps du dernier Quartier de la Lune en Janvier 1761?*

On aura les nombres *P* de 1 pour 1761, & de 3 pour nvier.

				A
1761	5^j	1^h	$31'$	... 74
Janvier	22	4	38	...804
Somme	27	6	9	...878
Equation pour les Quadratures		4	35	
Dernier Quartier à Paris	27	10	44	
Differ. Occident. des Méridiens		4	49	
Dernier Quartier à Quebec..Janv.	27 à	5^h	$55'$	

461. EXEMPLE V. *On demande quelle sera la Phase de a Lune la plus prochaine du 18 Août 1764?*

Le nombre *P* de 1764 étant 1, qui répond à $1^j\,16^h\,41'$, faut chercher dans la case du mois d'Août quel est le jour c l'heure qui approche le plus, à moins de 4 jours près, de aire 18 jours avec $1^j\,16^h\,41'$: on trouve que c'est $16^j\,18^h$ $1'$, & que le nombre *P* correspondant est 3; d'où il suit ue la Phase la plus prochaine du 18 Août aura 4 pour ombre *P* : ce sera donc un dernier Quartier. Ainsi...

				A
1764	1^j	16^h	$41'$	...727
Août	16	18	11	...306
Somme	18	10	52	... 33
Equation des Quadratures		17	55	
Donc dernier Quartier.....Août	19 à	4^h	$47'$	

Si le temps de la Phase trouvée de la sorte différoit d[e] 4 jours entiers ou plus du jour donné, il faudroit calcul[er] le temps de la Phase précédente ou suivante, selon que [la] Phase trouvée suivroit ou précéderoit le temps donné.



LIVRE

LIVRE QUATRIEME,

Usages qu'ont dans la Navigation les différentes Connoissances d'Astronomie données dans le Livre précédent.

CHAPITRE PREMIER.

Méthode plus exacte que celle que nous avons expliquée à la fin du second Livre pour trouver l'heure du Flux & Reflux.

I.

462. NOUS sommes en état de calculer maintenant l'heure des marées avec plus d'exactitude que nous ne l'avons fait à la fin du second Livre. Nous avons dit (295) qu'il étoit pleine Mer dans chaque Port à peu près à la même heure tous les jours des nouvelles & pleines Lunes ; qu'on prenoit cette heure-là pour l'*établissement* du Port, & que les marées retardoient d'un jour à l'autre d'environ 48 minutes d'heure. Mais toutes les observations exactes nous montrent que ce retardement ne se fait pas d'une maniere égale ; il est beaucoup moindre vers les nouvelles & pleines Lunes, que vers les quadratures. Cette inégalité vient de ce que la Lune n'est pas l'unique cause du flux & reflux, & de ce que le Soleil y a aussi part. Les deux Astres ayant une certaine force pour soulever les eaux de la Mer, au-dessus desquelles

ils paſſent, il faut conſidérer leur action comme réunie dan un point moyen : l'endroit le plus élevé de la Mer ne répon ni à l'un ni à l'autre des deux Aſtres ; il répond entre le deux; mais il eſt plus voiſin de la Lune, parce qu'elle agi avec plus de force, & il ne fait pas autant de chemin qu cette derniere Planete, lorſqu'elle s'éloigne du Soleil. Parm les Tables qui ſont à la fin de ce Traité, on en trouve une (page 12.) qui marque d'une maniere plus conforme aux obſervations, les retardements des marées, ou leurs anticipations par rapport à l'établiſſement d'un Port, en comptant depuis la Phaſe de la Lune la plus prochaine du temps pour lequel on veut connoître la haute Mer.

463. On demande, par exemple, à quelle heure arrivera la haute Mer le 18 Août 1764 au Havre de Grace, dont on ſait que l'établiſſement eſt à $9^h\ 20'$?

Par les calculs expliqués ci-deſſus (461), on trouve que la Phaſe de la Lune la plus prochaine du 18 Août 1764 eſt le dernier Quartier, qui doit arriver le 19 à 5 heures. Le 18 Août eſt donc 1 jour avant le dernier Quartier : or on trouve dans la Table (page 12.) que pour un jour il faut ajouter $4^h\ 9'$ à l'établiſſement du Port : ainſi la plus haute marée ſera à peu près le 18 Août à 1 heure $\frac{1}{2}$ du matin ou du ſoir. Si on veut avoir l'heure du matin avec plus de préciſion, on dira, du 18 Août à 1 heure $\frac{1}{2}$ du matin au 19 Août à 5 heures du ſoir, il y a 1 jour & 15 heures $\frac{1}{2}$. A cet intervalle on trouve dans la Table $3^h\ 38'$, qu'il faut ajouter à $9^h\ 20'$, pour avoir $12^h\ 58'$, ou à très-peu près 1 heure du matin, temps de la haute Mer le 18 Août au Havre de Grace.

464. Au ſurplus on ne doit pas croire que ce nouveau calcul s'accorde toujours parfaitement avec l'obſervation. Les vents, ſelon leurs différentes directions, peuvent altérer conſidérablement le mouvement des marées. Cependant ſi l'on excepte quelques cas très-rares, la différence n'ira jamais gueres qu'à un quart-d'heure; au lieu qu'on peut ſouvent tomber dans une erreur de plus d'une heure en employant un retardement uniforme de 48 minutes par jour,

comme on a coutume de faire. Nous devons encore avertir, que la Table dont nous nous servons ici n'est pas absolument réguliere ; il faudroit dans la rigueur en employer plusieurs, à cause du peu de conformité qu'il y a d'une lunaison à l'autre dans les mouvements de la Lune par rapport au Soleil.

Trouver l'Etablissement d'un Port.

465. On aura recours à la même Table pour trouver l'établissement d'un Port, lorsqu'on y aura observé l'heure de la marée un certain jour. On calculera d'abord le temps de la Phase la plus prochaine, & on cherchera dans la Table l'équation qu'il faudroit faire à l'heure de l'établissement du Port s'il étoit connu ; on appliquera cette équation à l'heure observée avec un signe contraire : (c'est-à-dire, on en retranchera l'équation, si elle est marquée additive ; ou on l'ajoutera, si elle est marquée soustractive), & on aura l'heure de l'établissement qu'on cherche.

466. On observe, par exemple, la pleine Mer à 10 heures 20 minutes dans un certain Port 12 heures avant la nouvelle Lune. Nous consultons la Table, qui nous apprend que l'équation pour 12 heures est 18 minutes soustractives. On aura donc 10 heures 38 minutes pour l'établissement.

467. Supposons pour second exemple, que 2 jours & 6 heures avant une des quadratures, on observe qu'il est pleine Mer dans un Port à 5 heures 40 minutes. On trouvera dans la Table, 3 heures 11 minutes, équation additive ; d'où il s'ensuivra que la Mer aura été pleine le jour de la nouvelle ou pleine Lune à 2 heures 29 minutes, & ce sera l'établissement requis.



CHAPITRE II.

Des Moyens qu'on emploie en Mer pour observer la hauteur des Aſtres.

I.

468. NOUS nous regarderons déſormais comme en Mer, & nous inſiſterons d'abord ſur les moyens d'obſerver la hauteur des Aſtres. Les Lecteurs ſavent déja que cette hauteur ſe meſure en arc de cercle depuis l'Horizon juſqu'à
Fig. 2. l'Aſtre. Si *HSZ* (*Fig.* 2.) repréſente une partie du Ciel, que *Z* ſoit le Zénith, & que le point *H* appartienne à l'Horizon, la hauteur de l'Aſtre *S* ſera marquée par *HS*, & *SZ* en ſera le complément. Ces deux quantités ſont toujours enſemble 90 degrés; parce qu'il y a le quart du cercle ou de la circonférence du Ciel depuis l'Horizon juſqu'au Zénith.

469. Les Lecteurs ſavent auſſi que la quantité dont l'Aſtre eſt éloigné de nous, ne contribue point à augmenter ſa hauteur dans le ſens qu'on attache en Aſtronomie à ce mot. Que l'Aſtre ſoit plus loin ſur le prolongement de la ligne droite *CS*, ou qu'il ſoit plus près de nous, l'arc *HS* deviendra plus grand ou plus petit; mais il ne contiendra toujours que le même nombre de degrés.

470. On ne peut pas dans un Vaiſſeau, à cauſe de l'agitation continuelle de la Mer, employer de fil à plomb, ni d'inſtrument de l'eſpece de celui de la *Figure* 2, pour obſerver la hauteur des Aſtres. Il eſt plus aiſé au Pilote de ſe régler ſur la ligne de niveau que fournit la ſéparation apparente de la Mer ou du Ciel, lorſqu'aucun obſtacle ne borne ſa vue. Cette ligne, conduite depuis l'œil de l'Obſervateur juſqu'à l'extrémité apparente de la Mer, n'eſt pas parfaitement horizontale; elle panche un peu du côté de la Mer à cauſe de l'élévation du Vaiſſeau; mais cette inclinaiſon n'eſt

pas grande, & d'ailleurs on peut en ſavoir l'exacte quantité, & y avoir égard pour corriger l'obſervation, comme on le dira bientôt.

I I.

Des Inſtruments qui ſont en uſage pour obſerver les hauteurs des Aſtres.

471. Les inſtruments les plus en uſage à préſent pour obſerver la hauteur en Mer, ſont le Quartier Anglois, qu'on appelle auſſi *Quart de Nonante*, & les Quartiers de Réflection. Celui que l'on appelle l'*Arbaleſtrille* eſt preſque abandonné depuis quelques années, & on a grande raiſon de l'abolir entiérement, à cauſe du peu de préciſion dont les obſervations auxquelles on l'emploie ſont ſuſceptibles. Il n'y a gueres que la modicité de ſon prix qui en faſſe le mérite; mais le ſalut d'un Vaiſſeau eſt d'une trop grande importance, pour regarder à la différence entre les prix de ces ſortes d'inſtruments.

I I I.

De la conſtruction & de l'uſage du Quartier Anglois.

472. Le Quartier Anglois n'eſt autre choſe qu'un quart de cercle, mais formé de deux arcs de rayons différents, afin de rendre l'inſtrument moins embarraſſant & plus ſolide. Un de ces arcs eſt d'environ 60 degrés, & l'autre, dont le rayon eſt le plus grand, contient le reſte à 90. La *Fig.* 45 repréſente cet inſtrument; la forme qu'on lui donne pour rendre ſon aſſemblage plus fort, n'empêche pas que les deux arcs *FG* & *ED* n'aient également leur centre en *C*: le premier de ces arcs, qui n'a que 8 à 9 pouces de rayon, n'eſt ordinairement diviſé que de degré en degré. L'arc *ED* dans lequel les dégrés ſont plus grands, parce qu'il eſt d'un rayon de 18 à 20 pouces, eſt ſouvent diviſé de 10 minutes en 10 minutes; & il y a des lignes obliques ou tranſverſales, qui rendent chaque minute ſenſible. Fig. 45.

Fig. 45. 473. L'usage de cet instrument est très-facile. On met d'abord sur un nombre de degrés exact, comme en *B*, une espece de pinnule ou de petit marteau, qu'on peut faire glisser le long de l'arc *FG*. On tourne le dos vers le Soleil ; on fait tomber l'ombre du marteau *B* sur le marteau *C*, qui est au centre, & ensuite on applique l'œil à la pinnule *A*, & on fait concourir l'image du Soleil formée par un verre convexe placé au milieu de l'épaisseur du marteau *B*, sur un petit cercle tracé pour cet usage sur le marteau *C*. On fait couler le marteau *A* sur l'arc *ED*, jusqu'à ce qu'on voye exactement l'Horizon par sa pinnule & par une fente ou ouverture qui est vers le milieu du marteau *C*.

474. Si au lieu de voir l'Horizon, on ne voyoit que la Mer, ce seroit une marque que le rayon visuel *AC* seroit trop plongeant, & il faudroit baisser la pinnule *A*. Si au contraire on ne voyoit que le Ciel par la pinnule *A*, & par la fente du marteau *C*, le rayon visuel *AC* étant pointé trop haut, il faudroit nécessairement faire glisser la pinnule *A* en montant vers *E*. Mais si les deux conditions sont parfaitement remplies ; si l'ombre de la pinnule *B* tombe avec précision sur le centre de l'instrument, & si on voit en même temps l'Horizon par la pinnule *A* & par le centre *C*, on aura la hauteur du Soleil mesurée en deux parties, & en-dedans des deux marteaux *A* & *B*. On verra combien il y a de deg. depuis *F* jusqu'en *B*, & combien il y en a depuis *E* jusqu'en *A* : la somme des deux nombres donnera la hauteur. S'il y a, par exemple, 35 degrés depuis *F* jusqu'en *B*, & 15° 12′ depuis *E* jusqu'en *A*, la hauteur sera de 50° 12′, & on en aura le complément ou la distance au Zénith, en voyant les deux nombres qui sont en-dehors des mêmes marteaux, depuis *B* jusqu'en *G*, & depuis *A* jusqu'en *D*.

475. Il est bien clair que cet instrument doit produire à peu près le même effet, que si l'arc *DE* étoit prolongé vers le haut, & s'il mesuroit seul l'angle *SCA*, que forme le rayon du Soleil avec la ligne de niveau *AH*. Cependant l'observation seroit plus exacte dans ce second cas ; car la hauteur entiere seroit mesurée avec une égale exactitude ;

au lieu que s'il y en a une portion *A E* qui est mesurée avec précision, l'autre portion *F B* doit se ressentir de la petitesse des degrés de l'arc *F G*. Je suis très-persuadé qu'il y auroit à gagner du côté de l'exactitude, si l'on donnoit à l'instrument une grandeur moyenne entre celle des deux arcs.

476. La construction ordinaire de cet instrument me paroît sujette à plusieurs défauts, qui viennent principalement de ce que les marteaux sont amovibles. Je voudrois qu'on fixât d'une maniere inébranlable celui du centre, ou du moins qu'on y substituât une pinnule à charniere pour la commodité, & qu'on posât, au lieu des deux autres marteaux, deux pinnules sur deux alidades de cuivre qui rouleroient autour du centre; qu'on arrêtât fixement le verre convexe qui sert à former une image du Soleil après l'avoir bien centré; qu'on mît des limbes de cuivre sur les deux arcs, & particuliérement sur celui de 60 degrés; que le rayon de celui-ci fût au moins de 10 à 12 pouces, & celui de l'arc de 30 degrés de deux pieds; que la division de l'arc de 60 degrés fût faite par des traits fins marqués de 10 en 10 degrés seulement; que son alidade portât un bizeau sur lequel on auroit tracé un trait fin, qu'on feroit concourir sur un de ceux qui marquent les degrés sur l'arc, & qu'on arrêteroit dans cette situation par le moyen d'une vis; qu'enfin sur l'arc de 30 degrés, on marquât les minutes par une division de Nonnius pratiquée sur son alidade.

477. Cet instrument, une fois bien construit & bien vérifié à terre, auroit l'avantage d'être moins sujet aux accidents qui n'arrivant que trop souvent aux Quartiers de Réflection, les rendent inutiles pour le reste du voyage. C'est pourquoi on ne doit pas négliger de se pourvoir de celui dont nous venons de parler, pour les cas de besoin.

478. Dans l'usage des instruments à pinnules, tels que celui-ci, ceux qui ont la vue courte doivent mettre un verre concave entre leur œil & la pinnule, pour voir distinctement l'Horizon de la Mer, l'ouverture de la pinnule du centre, & l'image du Soleil. Ce verre n'est autre chose que celui dont ceux qui ont la vue courte ont coutume de se servir.

479. Avant que d'embarquer cet instrument, il faut vérifier la position du verre convexe à l'égard de la ligne de foi, ou du rayon sur lequel il est posé. Pour cela, lorsque l'Horizon de la Mer est placé avantageusement, & que la hauteur du Pole du lieu où l'on est, a été exactement déterminée par de bons instruments astronomiques, on peut voir par des observations faites en des jours différents, corrigées de la réfraction & de l'élévation de l'œil, si ce Quartier donne toujours cette même hauteur du Pole à une minute ou deux près, tantôt par excès tantôt par défaut. S'il donne constamment quelques minutes ou par défaut, de sorte qu'on soit assuré par-là qu'il fait paroître les hauteurs

du Soleil trop grandes ou trop petites, d'une certaine quantité moyenn entre toutes les différences qu'on aura trouvées, on s'en servira pou corriger toutes les hauteurs qu'on observera en Mer.

IV.

De la construction, de la vérification, & de l'usage de l'Octans ou Quartier de Réflection.

480. Le Quartier de Réflection est le plus parfait des instruments qu'on ait imaginés jusqu'ici pour la Mer. On l'appelle aussi *Octans*, parce qu'il est la huitieme partie de la circonférence ; mais il est divisé en 90 parties, & il est équivalent à un quart de cercle, à cause de la propriété commune aux miroirs qu'on fait entrer dans sa construction.

481. On sait qu'un rayon de lumiere qui tombe obliquement sur un miroir parfaitement plan, rejaillit du côté opposé, & fait, avec la surface du miroir en s'éloignant, un angle exactement égal à celui qu'il faisoit en frappant le miroir. Si *AB* (*Fig.* 46.) est une plaque de métal parfaite-
Fig. 46. ment unie, ou si c'est une glace étamée, & qu'un rayon de lumiere *SC* la frappe en faisant un angle *SCA*, qui soit, par exemple, de 20° 1′, ce même rayon rejaillira ou se réfléchira selon *CL*, & l'angle *BCL* sera aussi précisément de 20° 1′. La direction *CL* que suit le rayon de lumiere dans sa réflection, sera toujours située exactement par rapport au miroir & par rapport à la perpendiculaire *CE*, de la même maniere qu'est situé le rayon incident qui frappe le miroir selon *SC*. Tout ce qu'il y a de différence, c'est que ces deux directions *SC* & *CL* sont situées des deux côtés opposés de la perpendiculaire *CE*. Le rayon *SC* se réfléchit selon *CL*, & un rayon qui viendroit frapper le miroir selon *LC*, se réfléchiroit selon *CS*. Ainsi la lumiere, quoique sujette à un détour, trace exactement le même chemin, soit qu'elle aille dans un sens, ou qu'elle aille dans le sens contraire.

482. Il ſuit de tout ce que nous venons de dire, que Fig. 46.
l'on change le miroir de ſituation, pendant que le corps
umineux *S* reſte dans le même endroit, le rayon *CL* qui
ſt renvoyé par le miroir, recevra dans ſa direction un chan-
ement double du changement de ſituation du miroir. Si
n abaiſſe l'extrémité *A* en élevant l'extrémité *B*, & que la
erpendiculaire *CE* au miroir faſſe avec *SC* un angle *SCE*
lus petit d'un degré, le rayon de réflection *CL* changera
uſſi de ſituation : il fera avec *CE* un angle *ECL* plus petit
l'un degré, & par conſéquent l'angle total *SCL* aura di-
ninué de deux degrés. Ce ſera la même choſe ſi on fait
ourner le miroir dans un autre ſens, ſi on abaiſſe l'extré-
nité *B*, & qu'on éleve l'extrémité *A* : la perpendiculaire
CE s'écartera du rayon incident *SC*; mais comme *CL* doit
uſſi s'écarter de *CE*, parce que les deux angles de part &
l'autre de la perpendiculaire doivent toujours être parfaite-
nent égaux, il s'enſuivra que l'angle *SCL* formé par le
ayon qui ſe réfléchit, & par celui qui frappe le miroir, ſe
rouvera plus grand, & que l'augmentation qu'il recevra,
ſera de 10 ou 12 degrés, ſi le miroir a ſimplement été in-
cliné de 5 ou 6 degrés vers *B*.

483. Cela ſuppoſé, nous pouvons faire concevoir fort
aiſément la conſtruction & l'uſage de l'Octans. La *Fig.* 47 Fig. 47.
repréſente cet inſtrument qui a 18 ou 20 pouces de rayon.
Il y a ſur le côté *CB* de cet inſtrument une pinnule *O*, ou
une courte lunette, à laquelle on applique l'œil. Un petit
miroir de glace *NF* eſt poſé ſur le côté oppoſé *CA*, & ſitué
perpendiculairement au plan de l'inſtrument. Cette petite
glace n'eſt étamée que dans la partie la plus voiſine du côté
CA, & l'autre moitié eſt ſans étain; ou bien elle eſt étamée
dans toute ſa ſurface, excepté en un eſpace vers le milieu,
qui forme une eſpece de fente tranſparente, ce qui donne la
facilité, lorſqu'on applique l'œil en *O*, de voir l'Horizon au
travers de cette partie tranſparente de la glace, en viſant
ſelon *OH*. L'Obſervateur peut, outre cela, voir en même
temps l'Horizon ſur la partie étamée du même miroir, parce
qu'il y a une alidade ou regle mobile *CD*, qui tourne autour

du centre *C*, & qui porte un autre miroir plus grand *LG*, lequel eſt parallele au petit miroir *NF*, lorſque la regle mo bile eſt ſituée ſur le premier point de la graduation, comm elle l'eſt dans la *Fig.* 47. Pendant que l'inſtrument eſt ain diſpoſé, l'Horizon qui ſe peint ſur le grand miroir *LG*, ſ peint une ſeconde fois ſur le petit miroir *NF*, le premie miroir renvoyant l'image au ſecond; & de cette ſort l'Obſervateur voit comme deux Horizons, exactement côté l'un de l'autre, & ne formant qu'une ſeule ligne droite Il voit directement l'un ſelon *OH* par la partie de la glac *NF* qui eſt tranſparente, & il voit l'autre ſur la partie étamée, les rayons de lumiere ayant fait le chemin *KMNO* pour parvenir à ſon œil. Malgré le double détour de la lumiere ſelon *KMNO*, l'œil eſt frappé préciſément de la même maniere que ſi elle ne venoit que du point *N*, excepté que ſon éclat eſt un peu affoibli; on doit donc rapporter la ſeconde image à ce même point.

484. Si l'alidade ou la regle mobile *CD* ſe trouve effectivement ſur le premier point *D* des diviſions de l'inſtrument, lorſque l'Obſervateur voit les deux Horizons convenir dans une ſeule & même ligne droite, c'eſt une marque que les deux miroirs, le petit *NF*, & le plus grand *LG* ſont bien diſpoſés. Ces deux miroirs ſont alors exactement paralleles; car les deux lignes *KM* & *HO*, vont ſe rencontrer ſi loin, qu'on peut les confondre ou négliger la petite quantité dont l'une eſt au-deſſus de l'autre proche de l'inſtrument, & elles ſont également inclinées par rapport aux deux miroirs. La perfection de la conſtruction de l'inſtrument eſt cauſe qu'on s'apperçoit de la moindre irrégularité dans leur ſituation. Souvent lorſqu'on viſera à l'Horizon par la ligne *OH*, & qu'on changera la ſituation de la regle mobile juſqu'à ce que l'image de l'Horizon qu'on voit dans le petit miroir *NF*, réponde à l'Horizon vu directement par *OH*, la regle mobile ne ſe trouvera pas en *D* ſur le point *Zéro* des diviſions, & alors il faudra corriger l'erreur, ou bien il faudra en tenir compte.

485. Il ſuffit de toucher aux ſupports des miroirs pour

s redresser ; mais on pourra, si on veut, les laisser dans état où ils se trouvent, en se contentant de voir quel est effet que leur mauvaise situation doit produire sur l'obser-ation de la hauteur. Si la regle mobile marque 2 ou 3 mi-utes, lorsqu'elle devroit marquer zéro, il n'y aura qu'à se essouvenir que l'Instrument *donne trop*, & il suffira ensuite 'ôter 2 ou 3 minutes de toutes les hauteurs qu'il fournira. i au contraire la regle mobile se trouve en dehors des di-isions, si elle marque 2 ou 3 minutes en sens contraire vers , lorsque l'Horizon vu directement selon *O H*, & l'Hori-on vu par une double réflection, conviennent parfaite-ient, & lorsque l'alidade devroit donc marquer zéro ; il audra se ressouvenir que l'Instrument *donne trop peu*, & ans ce cas il faudra ajouter 2 ou 3 minutes à toutes les hau-eurs qu'on observera, pendant que l'Instrument sera dans e même état. On doit remarquer que chaque fois qu'on ob-erve, il faut avoir recours à cet examen préparatoire, ou cette *vérification*, qui est absolument nécessaire, & qu'on loit faire avant l'observation.

486. Il arrive encore que lorsqu'on fait la vérification lont on vient de parler, l'Horizon vu directement sur la partie non étamée du petit miroir paroît incliné à celui qu'on voit sur la partie étamée par la réflection qui en a été faite ur le grand miroir. C'est alors une marque que le petit mi-oir n'est pas perpendiculaire au plan de l'Instrument ; il faut e redresser à l'aide d'une vis placée pour cet effet sur le pied de la monture du petit miroir. Une autre maniere de recon-noître ce défaut est de regarder le soir pendant le crépus-cule quelque Astre brillant, & faire mouvoir l'alidade un peu en-deçà & au-delà du point zéro de la division : alors si la position des deux miroirs à l'égard du plan de l'Instru-ment est parfaitement la même, l'image de l'objet réfléchie du grand miroir sur le petit paroîtra passer sur l'objet vu di-rectement au travers de la partie non étamée, & pourra le couvrir exactement. S'il y a quelque différence dans ces po-sitions, l'image passera à droite ou à gauche de l'objet. Il faudra donc redresser le petit miroir comme on l'a dit. Il

faut même commencer par-là, avant que d'obſerver d combien l'Inſtrument donne trop ou trop peu.

487. La perfection de l'Octans ou du Quartier de R flection dépend preſque entiérement du grand miroir, q doit être parfaitement plan, & s'il eſt de glace, il faut qu ſes deux faces ſoient exactement paralleles entre elles: l défaut de parallélіſme multiplie les images apparentes d Soleil, & nuit à la préciſion des obſervations. Il faut encor que l'alidade ne ſouffre aucun jeu en tournant ſur le centr *C*. En général, ſi cet inſtrument eſt bien conſtruit, il peu donner les hauteurs du Soleil à une minute ou deux près ſur-tout ſi on a ſoin de réitérer celles qui peuvent l'être comme ſont celles qu'on prend à midi.

488. Mais une partie eſſentielle de cet Inſtrument, ſur-tout lorſ qu'on veut l'appliquer à d'autres obſervations qu'à celles du Soleil Fig. 47. c'eſt la lunette qui doit être placée en *O* (*Fig.* 47.) à la place de la pinnule. Pour tirer le meilleur parti de cette lunette, il faut la conſ ſtruire comme une groſſe lorgnette d'Opéra, c'eſt-à-dire, lui donner un objectif de 10 pouces de foyer & de 25 à 30 lignes de diametre. Son oculaire doit être un verre concave ou plan concave de 3 pouces & demi ou 4 pouces de foyer. L'ouverture de l'objectif doit être de 24 à 28 lignes de diametre, celle de l'oculaire de 2 à 3 lignes au plus. Le tuyau peut être de bois couvert de chagrin ou de rouſſette. L'oculaire doit être placé dans un tuyau mobile tenant à un frottement un peu rude, afin que l'Obſervateur puiſſe l'allonger au point qui convient à ſa vue, & qu'il ne s'enfonce pas en choquant contre ſon viſage. Il faut de plus que l'objectif ſoit bien centré ſelon l'axe du tuyau; le tuyau doit être arrêté ſur l'Inſtrument, de ſorte que ſon axe ſoit parallele au plan de l'Inſtrument & qu'il paſſe par le milieu de la ligne qui ſépare dans le petit miroir la partie étamée de la partie tranſparente, ou par le milieu de la fente de ce miroir s'il en a une.

Obſerver la Hauteur par devant avec l'Octans Anglois.

489. En viſant à l'Horizon par la ligne *O H*, & tenant l'Inſtrument toujours droit, ſi nous faiſons gliſſer l'extrémité inférieure *D* de l'alidade d'une certaine quantité vers *A*, la perpendiculaire *ME* au grand miroir *L G* qui eſt attaché fermement à l'alidade, s'élevera par l'extrémité *E* de

même quantité. Le rayon *NO* ne changeant pas de ſitua- Fig. 47.
on, non plus que le petit miroir *NF*, la petite portion du
ıyon *NM* conſervera auſſi ſa même direction. Mais ſi l'a-
dade a été avancée réellement vers *A* de 20 degrés, la
gne *ME* s'élevera auſſi de 20 degrés, l'angle *NME* de-
iendra plus grand du même nombre; & comme l'angle
MK augmentera de la même quantité, la ligne *KM*, au
eu d'être horizontale, comme elle l'étoit dans la premiere
iſpoſition de l'alidade, ſe trouvera élevée de 40 degrés
ers *K*, ou du double du changement qu'on aura fait ſouffrir
l'alidade. Si donc un Aſtre ſe trouve dans le Ciel à 40
egrés de hauteur, il fera impreſſion ſur l'œil par la ligne
MNO, & on le verra ſur le petit miroir *IF* préciſément
côté de l'Horizon qu'on voit par la ligne *OH*, au travers
e la partie tranſparente de la petite glace *IF*. L'Aſtre aura
o degrés de hauteur, & cependant on n'aura fait avancer
'alidade ou la regle mobile que de 20 degrés vers *A*. Voilà
ourquoi on donne une double valeur aux parties de l'arc
B, & qu'on le diviſe en 90 degrés, quoiqu'il n'en con-
ienne réellement que 45.

490. La *Figure* 48 repréſente l'Inſtrument, lorſque le Fig. 48.
ilote obſerve la hauteur de l'Aſtre *S* vers lequel il faut qu'il
e tourne. Pendant que l'alidade étoit ſur le premier point
le la graduation, on ne voyoit que l'Horizon au travers de
a glace *IF*, & dans le petit miroir. On y viſoit par la ligne
H, & les deux miroirs *IF* & *LG* le faiſant voir une ſe-
onde fois par la ligne *KMNO*, on le rapportoit au point
à côté de l'Horizon vu en ligne droite. Mais à meſure
u'on éloigne le bas de l'alidade du point *B*, la ligne *MK* va
encontrer les différents points du Ciel qui ſont dans le verti-
al de l'Aſtre, elle les fait comme deſcendre ſucceſſivement,
puiſqu'ils viennent paroître chacun à leur tour en *N* dans le
petit miroir *IF*. Si on obſerve le Soleil; lorſque la ligne *MK*
s'eſt élevée vers le point où eſt le Soleil, on commence à le
voir paroître ſur le petit miroir, & on continue de mouvoir
l'alidade juſqu'à ce que le centre du Soleil paroiſſe préciſé-
ment de niveau avec l'Horizon qu'on découvre par la ligne

OH, & on a alors la hauteur du centre du Soleil, qui marquée depuis *B* juſqu'en *D*, & le complément ſe trou depuis *A* juſqu'en *D*.

491. L'obſervation ſe fait d'autant plus aiſément, qu ſuffit de faire concourir le centre de l'Aſtre avec l'Horizo ſans qu'il importe qu'on voye ces deux objets par un poi un peu plus haut ou un peu plus bas de la glace *IF*, ni p conſéquent qu'on ſoit obligé, comme dans l'uſage des au tres Inſtruments, de faire concourir l'Horizon & l'image d Soleil dans un point précis marqué ſur l'Inſtrument, ce qu le mouvement du Vaiſſeau rend très-difficile. Il ſuffit ici d s'aſſurer que l'Octans étoit ſenſiblement vertical pendan l'obſervation. Pour cela, en regardant toujours l'image d Soleil ſur l'Horizon, on fait balancer légérement le Quartie en l'inclinant un peu de droite à gauche & de gauche droite : alors ſi le Soleil reſte ſenſiblement à la même hau teur, ſon image vue dans le petit miroir paroît décrire u arc de cercle dont le point du Ciel où eſt le Soleil eſt le cen tre ; cet arc doit toucher l'Horizon dans le point où le ver tical le coupe : ainſi à égales diſtances de part & d'autre d ce point, l'image du Soleil doit paroître également éloigné de l'Horizon ; dans ce point ſeul, elle doit concourir exacte ment avec l'Horizon ; & dans les points de l'Horizon voi ſins de celui-là, elle doit concourir ſenſiblement avec l'Ho rizon. On peut choiſir le point du Soleil dont on veut avoir la hauteur. La plupart des Marins ſe ſervent du bord infé rieur de l'image du Soleil au lieu du centre. Si l'Aſtre monte encore, il paroît monter dans le petit miroir *IF*, en ſe dé tachant de l'Horizon ; mais il ſuffit de faire avancer l'alidade vers le côté *A*, l'Aſtre ſe remettra ſur l'Horizon, & la ſi tuation de l'alidade indiquera en *D* la hauteur dans ce ſecond inſtant. Nous ne répétons pas qu'il faudra appliquer à cette hauteur la petite correction dont nous avons parlé dans les Numéros 484 & 486.

492. On attache vers *P* quelques morceaux de verre coloré, qui, étant renfermés dans un quadre, tiennent à l'Inſtrument par un petit bras qui a un jeu de charniere. Si

on veut obſerver le Soleil, & que l'éclat de cet Aſtre ſoit
·op grand, on fait tomber ces verres colorés ſur le chemin
I N, que ſuivent les rayons, en allant d'un miroir à l'autre.

493. On obſerve de même la hauteur des Etoiles & des 'lanetes, quoiqu'avec un peu plus de difficulté, ſur-tout ans la nuit cloſe. Pour prendre l'habitude d'y réuſſir dans : beſoin, voici comme il faut s'y prendre. Auſſi-tôt qu'a-rès le Soleil couché on pourra appercevoir dans le Ciel une ·elle Etoile ou une Planete, on y pointera la lunette du Quartier de Réflection, ayant mis l'alidade vers le point éro de la diviſion ; alors on verra deux images de l'Aſtre, 'un directement au travers de la partie non étamée du petit niroir, l'autre par la réflection du grand miroir ſur le petit. On fera couler inſenſiblement l'alidade, & l'on ſuivra des yeux dans le petit miroir l'image réfléchie qui paroîtra deſ-cendre à meſure, & qui par ce moyen parviendra à l'Hori-zon de la Mer, auquel on l'aſſujettira en balançant légére-ment l'Inſtrument comme on fait pour le Soleil. Si, tandis que l'Aſtre paroît deſcendre, le mouvement du Vaiſſeau le fait ſortir du champ de la lunette, on ceſſera de faire couler l'alidade, & conſervant la lunette à la même hauteur, on ſe tournera inſenſiblement à droite ou à gauche pour tâcher de retrouver l'image de l'Aſtre, laquelle rentrera dans le champ de la lunette ſi on n'a pas trop baiſſé ou élevé le Quartier tandis qu'on la cherchoit. Lorſqu'on aura réuſſi pendant le crépuſcule à faire venir l'image d'un Aſtre ſur l'Horizon de la Mer, il faudra recommencer cette même opération juſques le plus avant dans la nuit qu'on le pourra, & après quelques tentatives de la ſorte, on acquerra l'habitude de faire l'obſervation dans la nuit cloſe. Sur-tout ſi on ſe ſert d'une lunette telle que je l'ai décrite (488) ; & ſi l'on a ſoin de tenir ſon œil dans une obſcurité parfaite pendant quelques minutes avant l'obſervation, & pendant l'obſervation même. Je ſuppoſe encore qu'avant de l'entreprendre, on ſe ſoit aſ-ſuré avec la lunette que le terme de l'Horizon de la Mer eſt ſuffiſamment viſible au-deſſous de l'Aſtre.

Prendre Hauteur par derriere avec l'Octan Anglois.

494. Il n'a été queſtion juſqu'à préſent que de la maniere de prendre hauteur par devant; mais ſi l'Horizon étoit fort embrumé au-deſſous de l'Aſtre, comme il arrive très-ſouvent, ou s'il étoit embarraſſé par une terre dont on fût à très-peu de diſtance, il faudroit prendre hauteur *par derriere*, en tournant le dos à l'Aſtre; & l'Inſtrument pourra encore ſervir, s'il eſt du nombre de ceux qui ſont les plus
Fig. 49. compoſés. Il y a alors une pinnule *V*, (*Fig.* 49.) attachée au côté *CA*, & on y applique l'œil lorſqu'on veut prendre hauteur par derriere. Un petit morceau de glace, dont il n'y a qu'une moitié qui doit être étamée, comme dans le morceau de glace *NF* de la *Figure* 48, eſt placé en *R Q*, non pas dans une ſituation parallele, mais dans une ſituation perpendiculaire à celle que prend le miroir de métal *L G*, lorſque l'alidade *CD* répond au premier point de la graduation. On viſe à l'Horizon par la ligne *VH*, au travers de la partie tranſparente du miroir de glace *R Q*, & on tire l'alidade *CD* à ſoi, juſqu'à ce que l'Aſtre dont les rayons de lumiere ſuivent le chemin *SMTV*, ſe peigne ſur le miroir *R Q*, & réponde exactement en *T*, à côté de l'Horizon. On aura enſuite la hauteur depuis *B* juſqu'en *D*, comme dans l'autre maniere d'obſerver, & le complément depuis *D* juſqu'en *A*.

495. La *vérification* de l'Inſtrument ſe fait auſſi à peu près comme dans l'autre obſervation; mais elle eſt un peu plus difficile. Lorſqu'on approche l'alidade *D* du premier point *B* des diviſions, la ligne *MK* va rencontrer des points du Ciel moins élevés: elle deſcend par ſon extrémité *K*; & lorſque l'alidade eſt arrivée en *B*, il faut que cette ligne *MK* ſoit devenue parfaitement horizontale, & qu'elle aille ſe terminer exactement à l'Horizon derriere l'Obſervateur, en paſſant par-deſſus ſa tête. Ainſi on voit alors les deux points oppoſés de l'Horizon réunis en même temps en *T*,

ſuppoſé

ıppofé que l'inftrument ne foit fujet à aucune erreur : on oit l'Horizon par la ligne droite *VTH*, & le côté oppofé ar la ligne *VTMK*, qui fe détourne en *M* & en *T* à la ıncontre des deux miroirs. Cette feconde image eft ren-erfée, c'eft-à-dire, que la Mer paroît en haut, & le Ciel n bas; & c'eft la même chofe lorfqu'on obferve l'Aftre, ɔn bord fupérieur en apparence eft réellement le bord infé-ıeur. Ce renverfement des objets eft produit par la fituation u'ont les deux miroirs l'un par rapport à l'autre. Pour reve-ir à l'opération de la vérification, nous ferons remarquer ue fi les deux points de l'Horizon qu'on découvre, étoient xactement à l'oppofite l'un de l'autre & fur la même ligne lroite qui paffe par l'œil de l'Obfervateur, il faudroit, lorf-qu'on les voit dans le même point *T*, que l'alidade marquât ·xactement *zéro* fur la graduation. Mais les deux lignes irées de l'Obfervateur aux deux points oppofés de l'Hori-zon, ne forment pas enfemble une feule ligne droite, & ɛlles font chacune inclinées de la même quantité, comme ıous aurons occafion de le faire voir dans un moment d'une naniere plus particuliere. Lorfqu'on voit donc les deux Horizons réunis dans un même point *T*, il ne faut pas, pour que l'Octans foit bien difpofé, que l'alidade marque *zéro* fur les divifions, mais qu'elle fe trouve reculée vers *B* du double de l'inclinaifon de l'Horizon.

496. Suppofé qu'on foit élevé de 15 pieds quelques pouces au-deffus du niveau de la Mer, l'Horizon fera in-cliné de quatre minutes; ainfi pour que les miroirs foient bien fitués, il faudra que l'alidade marque 8 minutes vers *B*, ou au-deffous de *zéro*. Si elle ne marquoit pas tout-à-fait cette quantité, ce feroit une preuve que l'inftrument augmente un peu les hauteurs, ou qu'il *donne trop*. Il don-neroit trop, par exemple, de 3 minutes, fi pendant la véri-fication, l'alidade ne marquoit que 5 minutes au-deffous de zéro, au lieu de marquer 8. Si au contraire l'alidade fe trouve arrêtée fur 9 ou 10 minutes, l'inftrument diminue trop les hauteurs, & il donne *trop peu* de 1 ou de 2 min. C'eft effectivement diminuer trop les hauteurs, que de faire

paroître un objet encore plus bas qu'il ne l'eſt réellement. L'erreur une fois trouvée eſt la même dans toutes les autres obſervations, quoique l'objet ſoit plus ou moins haut, pourvu que l'inſtrument ne change point d'état, ou qu'on n'y touche qu'avec précaution.

497. Il réſulte de ces opérations, qu'il eſt très-difficile & par conſéquent peu ſûr de prendre hauteur par derriere avec le Quartier de Réflection ordinaire ; on ne doit avoir recours à ce moyen que quand on ne peut faire autrement. Car ſi à la place de la pinnule *O*, (*Fig.* 47 & 48) on avoit une bonne lunette telle que je l'ai décrite (488), il n'y auroit gueres de brume aſſez épaiſſe pour cacher le bord de l'Horizon au-deſſous du Soleil, la quantité prodigieuſe de lumiere que cette lunette admet, le rendra toujours viſible, même le plus ſouvent pendant la nuit, pourvu qu'alors il ſoit bien net, & que l'Obſervateur ait reſté long-temps dans l'obſcurité, ſans laiſſer entrer de lumiere dans ſon œil.

Des autres Inſtruments à Réflection.

498. Les Anglois ont varié en bien des manieres l'inſtrument qui ſert à obſerver ſur Mer par le moyen de la Réflection de la lumiere. Nous ne pouvons pas en donner ici des deſcriptions détaillées. Ceux qui débitent ces ſortes d'Inſtruments, ont coutume d'y joindre un imprimé qui contient les différentes manieres d'en faire uſage. Celui dont nous avons parlé ici, & qui eſt connu ſous le nom de *Quartier de Hadley*, eſt un des plus ſimples & des plus commodes dans la pratique de toutes les obſervations qu'on peut faire en Mer.

De la Graduation des Inſtruments ſelon la Méthode de Nonius.

499. Enfin il reſte encore à dire un mot d'une eſpece particuliere de graduation, qui eſt employée le plus ſouvent dans les inſtruments nouvellement conſtruits. Les de-

grés, au lieu d'être diviſés par des lignes obliques ou tranſverſales, le ſont par une méthode connue ſous le nom de *Nonius ;* elle eſt extrêmement ingénieuſe, & elle peut avoir ſon application dans beaucoup d'autres cas.

500. L'extrémité inférieure de l'alidade a une eſpece d'empatement *VX* (*Fig.* 50.) qui touche toujours exactement contre l'arc de l'inſtrument, lorſqu'on fait gliſſer l'alidade. Cet empatement a des diviſions qui ne ſont pas égales à celles de l'inſtrument, & leurs différences réciproques tiennent lieu de nouvelles ſubdiviſions. Si, par exemple, le degré eſt diviſé ſur l'arc de l'inſtrument en trois parties, ce qui les fera valoir chacune 20 minutes ; & que l'eſpace de 6 degrés 20 minutes, au lieu d'être diviſé ſur l'extrémité de l'alidade en 19 parties égales, ſoit diviſé en 20, chacune de ces dernieres parties ne ſera que de 19 minutes, ſi donc on fait répondre l'alidade préciſément à zéro de la graduation, ou au commencement d'un certain degré, la premiere partie ſe terminera une minute moins loin que la premiere partie de l'inſtrument, puiſqu'elle n'eſt que de 19 minutes, & que celle de l'inſtrument eſt de 20. La ſeconde diviſion de l'alidade ſe terminera deux minutes moins loin que la ſeconde diviſion de l'arc de l'inſtrument ; la troiſieme trois minutes, &c. Ce qui donnera le même avantage que ſi le degré étoit diviſé de minute en minute. Fig. 50.

501. En effet, ſi l'alidade eſt diſpoſée de façon que la fin de ſa premiere partie s'accorde avec la fin de la premiere partie de l'arc qui eſt de 20 minutes, ce ſera une marque que l'alidade, au lieu de répondre à zéro, ou au commencement précis d'une certaine diviſion, répond à une minute de plus. Si c'eſt la fin de la ſeconde partie qui répond à la fin de la ſeconde, l'alidade répondra à 2 minutes, & on jugera de la même maniere de la ſituation de l'alidade dans tous les autres cas.



V.

Qu'avec les Instruments dont on se sert en Mer, il est difficile, & quelquefois impossible, d'observer la Hauteur des Astres avec précision, lorsqu'ils sont trop près du Zénith.

502. Nous terminerons ce Chapitre par une remarque importante, en avertissant qu'il est difficile d'observer exactement la hauteur des Astres qui sont trop élevés. Il faut prendre des précautions infinies lorsqu'on veut obtenir à terre la hauteur précise d'un Astre qui n'est éloigné du Zénith que de 3 ou 4 degrés; parce que les moindres négligences ont alors des suites considérables. Mais une observation qui est très-délicate dans un observatoire stable, toutes les fois qu'on n'a pas pû se procurer d'avance les commodités nécessaires, doit être regardée comme bien plus difficile sur un vaisseau. Elle est impossible avec les Instruments ordinaires, tels que l'Arbalestrille & le Quart de Nonante; mais avec un Quartier de Réflection bien construit selon ses véritables principes, suivant lesquels le plan du grand miroir doit être incliné d'environ 5 degrés à la ligne qui passe par le centre & par le milieu de l'alidade; avec un pareil Quartier, dis-je, on peut fort bien observer la hauteur du bord du Soleil le plus éloigné du Zénith, quand même le centre en seroit très-près. Il paroît que M. Bouguer qui a jugé la chose impossible, (voyez page 256 de l'*in*-4°.), n'en avoit pas employé de meilleurs que ceux qui ont été faits par le sieur le Maire à Paris, où l'on négligeoit, entr'autres choses, la précaution que nous avons dite. Ce seroit au reste un grand inconvénient, que la chose fût impossible, puisqu'il arrive souvent que l'on est obligé de faire route dans le sens d'un des Tropiques, tandis que le Soleil y est. Dans le retour des Indes & de la Chine aux

Isles de France & de Bourbon, qui se fait dans les mois de Novembre, Décembre & Janvier, il faut nécessairement courir long-temps à l'Ouest par 21 degrés de latitude australe, ayant toujours le Soleil à 2 ou 3 degrés du Zénith.

CHAPITRE III.

Des Corrections qu'il faut appliquer à l'Observation de la Hauteur des Astres.

PREMIERE CORRECTION.

De l'Inclinaison de l'Horizon de la Mer.

503. L'HORIZON de la Mer, dont se servent les Pilotes, ne fournit pas une ligne exactement de niveau. On est élevé, par exemple, dans un Navire de 10 ou 12 pieds au-dessus de la surface de la Mer : il faudroit donc, au lieu de viser à la séparation apparente de la Mer & du Ciel, regarder plus haut au moins de 10 ou 12 pieds, pour avoir une ligne exactement horizontale. Nous disons qu'il faudroit au moins regarder plus haut de la même quantité. C'est ce qu'il faudroit faire, si la Terre étoit parfaitement plate, & s'il falloit attribuer à la foiblesse de notre vue le peu d'étendue de ce cercle que nous nommons *Horizon visuel*, que nous voyons autour de nous lorsque nous sommes en pleine Mer. Mais comme la surface de la Terre est courbe, & qu'elle descend, pour ainsi dire, tout autour de nous, l'Horizon dont se servent les Marins est encore plus défectueux par cette raison ; & si on est élevé de 10 ou 12 pieds dans le Navire, il faudroit regarder environ 20 ou 24 pieds au-dessus de l'extrémité apparente de la Mer, pour avoir une ligne exactement de niveau.

504. Supposé qu'on fût placé en *A* (*Fig.* 51.) sur le sommet d'une montagne qui fût haute d'environ trois quarts Fig. 51.

de lieue, comme l'eſt à peu près le pic de Ténérife, l'inclinaiſon du rayon viſuel *A H* ſeroit de 1 degré 55 minutes; l'arc *E B F* repréſente une partie de la circonférence de la Terre, dont *C* eſt le centre, & le point *H* eſt l'extrémité apparente de la Mer, qui ſeroit alors éloignée de l'Obſervateur *A* de plus de 40 lieues. Il eſt vrai que lorſqu'on eſt dans un Navire, le défaut de l'Horizon viſuel dont ſe ſervent les Marins, ne va gueres qu'à 4 ou 5 minutes; mais puiſqu'on eſt bien ſûr que ce défaut eſt réel, & que nous pouvons en déterminer la quantité fort aiſément, nous ne ſerions pas excuſables ſi nous négligions d'y avoir égard.

505. Lorſqu'on obſerve la hauteur *par-devant*, l'Aſtre doit paroître plus haut de toute la quantité dont l'Horizon s'incline ou s'abaiſſe au-deſſous de l'Aſtre. Il faut donc dans ce cas retrancher de la hauteur obſervée, l'inclinaiſon de l'Horizon, ou, ce qui revient au même, il faut ajouter cette inclinaiſon à la diſtance au Zénith. Si on trouve, par exemple, en obſervant par-devant, que la hauteur de l'Aſtre eſt de 55 degrés 15 minutes, & qu'on ſoit élevé de 24 pieds au-deſſus de la Mer, on trouvera dans la petite Table que nous inſérons ici, qu'il faut retrancher cinq minutes pour l'inclinaiſon de l'Horizon. Ainſi on aura 55 degrés 10 minutes pour la hauteur de l'Aſtre, & 34 degrés 50 minutes pour le complément, ou pour la diſtance de l'Aſtre au Zénith.

506. Mais ce ſera tout le contraire, & la hauteur de l'Aſtre ſera trouvée trop petite, ſi l'on obſerve par derriere. Car l'Obſervateur qui tourne le dos à l'Aſtre *S*, & qui regarde la ligne *A H* comme horizontale, la prolonge ſans y penſer derriere lui, & il ſe trompe donc de toute la quantité dont cette ligne s'éleve en *K*, au-deſſous de l'Aſtre. Ainſi lorſqu'on prend hauteur par derriere, il faut ajouter à cette hauteur l'inclinaiſon de l'Horizon, ou, ce qui revient au même, il faut retrancher cette inclinaiſon, du complément de la hauteur.

507. Parmi les Tables qui ſont à la fin de ce Traité, on en trouve une (page 13) qui ſert à faire la correction

nécessaire, avec la Regle pour s'en servir. Cette Table s'étend beaucoup plus qu'il ne faut pour un Vaisseau; mais elle peut servir à terre, lorsque l'Horizon est bordé par la Mer, en mesurant, à quelques pieds près, la hauteur de l'œil au-dessus de la surface de la Mer. En la calculant nous avons eu égard à la réfraction, c'est-à-dire, à la courbure que souffre le rayon visuel *AH*, qui se plie considérablement dans son trajet, pour peu qu'il soit long.

II. CORRECTION.

De la Réfraction Astronomique.

508. La courbure dont nous avons parlé plus haut, que souffrent les rayons de lumiere, est très-considérable, lorsqu'ils ont à traverser obliquement toute l'épaisseur de l'air qui environne la Terre. Il s'en faut beaucoup que ces rayons ne nous viennent en lignes droites, ils se courbent sensiblement en avançant vers nous; ce qui arrive principalement lorsque nous regardons les Astres qui sont vers l'Horizon. On nomme *Réfraction Astronomique*, ce détour que souffrent les rayons de lumiere, qui fait que la plûpart des Astres ne sont pas exactement dans la place où ils nous paroissent être. La Réfraction les éleve en apparence; & on sait par une infinité d'observations certaines, que lorsqu'ils nous paroissent à l'Horizon, ils sont réellement 32 ou 33 minutes au-dessous. Lorsque le Soleil ou la Lune se leve ou se couche, la partie inférieure de ces Astres souffre plus de réfraction que le haut, ou paroît plus élevée à proportion; & c'est ce qui est cause que ces Astres prennent alors à notre vue une forme ovale.

509. Dans les Régions où l'air est plus dense, les Réfractions doivent y être un peu plus fortes; & elles sont aussi, toutes choses d'ailleurs égales, un peu plus grandes en Hyver qu'en Eté. On peut, dans l'usage de la Navigation, n'avoir point égard à cette différence, & se servir toujours de la petite Table qu'on trouve à la page 13 des Tables à l'usage de la Navigation, qui sont à la fin de ce

Traité. Puisque la réfraction éleve l'Astre en apparence, faut nécessairement la retrancher de la hauteur, ou bie l'ajouter au complément qui est la distance au Zénith. Lors qu'on se contente de calculer les minutes sans fraction on négligera les decimales qui sont dans cette Table.

III. CORRECTION.

Du demi-Diametre du Soleil.

510. Lorsqu'on se sert du Quartier Anglois où l'image du Soleil formée par un verre, s'ajuste dans un petit cercle décrit sur le marteau du centre, l'observation que l'on fait, donne la hauteur du centre du Soleil, & alors on n'a pas besoin de cette troisieme correction; mais lorsqu'on se sert du Quartier de Réflection, & que l'on aime mieux faire toucher le bord de l'image du Soleil par l'Horizon de la Mer, que de mettre par estime le centre du Soleil sur cet Horizon; alors il faut corriger son observation par le demi-diametre du Soleil: on en trouve la Table & son usage parmi les Tables à l'usage de la Navigation qui sont à la fin de ce Traité, (page 13.)

CHAPITRE IV.

Moyens de trouver en Mer la Latitude ou la hauteur du Pole.

PREMIER MOYEN.

Par la Hauteur méridienne des Astres.

511. IL est facile de déterminer la latitude de l'endroit où l'on est, lorsqu'on peut observer la hauteur méridienne des Astres, dont on connoît d'ailleurs la déclinaison. Or, on reconnoît qu'un Astre a atteint sa hauteur méridienne,

orfqu'il eft dans la ligne *N* & *S* qu'indique la Bouffole cor-
igée de la variation.

512. *Un Aftre qui fe leve & fe couche, ne peut être vu ans le Méridien qu'une feule fois en 24 heures.* Il y arrive, orfqu'après s'être élevé de plus en plus fur l'Horizon deuis fon lever, il ceffe de monter, & va pendant quelques nftants parallélement à l'Horizon, pour commencer enuite à defcendre vers fon coucher.

513. *Un Aftre qui eft affez près du Pole élevé fur l'Hoizon de l'Obfervateur pour ne fe lever ni fe coucher*, & qui ar conféquent refte fur l'Horizon pendant tout le tour u'il fait en 24 heures autour du Pole, cet Aftre, dis-je, *affe au Méridien deux fois en 24 heures.* L'une, lorfque effant de monter, il eft prêt à redefcendre, & l'autre lorfque ceffant de defcendre, il eft prêt de remonter. Dans ce ernier cas, il eft à fa plus petite hauteur poffible, & il fe rouve alors précifément au-deffous du Pole, entre le Pole & l'Horizon.

514. La plupart des Marins employent dans le calcul de leur latitude la diftance de l'Aftre au Zénith au lieu de fa hauteur; cela revient au même, puifque l'une eft complément de l'autre. Nous nous en fervirons par préférence.

515. Connoiffant donc par obfervation la diftance méridienne d'un Aftre au Zénith, & fachant de plus fa déclinaifon, qu'on trouve dans les Tables calculées exprès, pour en conclure la hauteur du Pole ou la latitude du lieu où l'obfervation aura été faite, il faut fuivre cette Regle générale, qui comprend quatre cas différents.

516. I°. Si l'Aftre étoit au moment de l'obfervation entre l'Horizon & le Pole, *ajoutez fa diftance au Zénith avec fa déclinaifon, & ôtez cette fomme de 180 degrés.*

517. II°. Si l'Aftre étoit entre le Pole & le Zénith, *ôtez fa diftance au Zénith de fa déclinaifon.*

518. Si l'Aftre a été obfervé dans la partie du Méridien qui eft oppofée à celle où eft le Pole, ou fi l'Obfervateur a dû tourner le dos au Pole pour avoir l'Aftre en

face ; alors, ou la déclinaiſon de cet Aſtre eſt de mê dénomination que la latitude de l'Obſervateur , ou bi elle eſt de différente dénomination , c'eſt-à-dire, l'u boréale & l'autre auſtrale. Ainſi . . . . .

519. III°. Si la déclinaiſon de l'Aſtre & la latitu de l'Obſervateur ſont de même dénomination , c'eſt- dire, ſi elles ſont toutes deux du même côté de l'Equ teur , *ajoutez enſemble la diſtance de l'Aſtre au Zénith ſa déclinaiſon.*

520. IV°. Si la déclinaiſon de l'Aſtre & la latitu de l'Obſervateur ſont de différente dénomination, *ôtez déclinaiſon de l'Aſtre de ſa diſtance au Zénith.*

521. Pour rendre raiſon de ces quatre Regles, ſuppoſons que Cercle *H Z O Q*, (*Fig.* 29.) repréſente le Méridien céleſte, le dem cercle *H Z O* la partie qui eſt ſur l'Horizon repréſenté par *H O* ; q *E Q* repréſente l'Equateur celeſte : ſoit *N* le Pole, *Z* le Zénith. L latitude eſt l'arc *N O* qu'il s'agit de trouver. Or (114) l'arc *N O* e égal à l'arc *Z E*. Cela poſé, dans le premier cas, l'aſtre eſt vers *K* : donc on ajoute ſa diſtance au Zénith *Z K* à ſa déclinaiſon *Q K*, o aura l'arc *Q K Z*, dont la différence avec 180 degrés eſt l'arc *Z E* Dans le ſecond cas, l'Aſtre eſt vers *G* ; ôtant ſa diſtance au Zénit *Z G* de ſa déclinaiſon *E G*, reſte *Z E*. Dans le troiſieme cas, l'Aſtr eſt vers *F*. Si donc on ajoute ſa diſtance au Zénith *Z F* à ſa déclinai ſon *E F*, on a *Z E*. Dans le quatrieme cas, l'Aſtre eſt vers *D* ; donc on ôte ſa déclinaiſon *E D* de ſa diſtance au Zénith *D Z*, reſte *ZE*

Applications des Regles précédentes à quelques Exemples.

522. EXEMPLE I. Suppoſons que le 29 Novembr 1764, un Pilote qui eſt au Nord de la ligne, & qui s'eſtime par 290 de longitude à compter de l'Iſle-de-Fer ſelon la maniere ordinaire, obſerve à midi en tournant le dos au Pole boréal pour avoir le Soleil en face, que la diſtance apparente du Zénith au bord du Soleil le plus voiſin de l'Horizon de la Mer, eſt de 36° 18′. On demande quelle eſt ſa latitude. Lorſqu'il ſera midi dans la mer du Sud, par 290 degrés de longitude, il ſera plus de midi à l'Iſle-de-Fer. Le navire ſera par 70 degrés de longitude occiden-

e par rapport à l'Isle-de-Fer, ou de 90 degrés par rap-
rt à Paris qui valent 6h 0' : ainsi il sera à Paris 6h du
r, lorsqu'il sera midi sur le navire, supposé qu'il soit
tré dans la mer du Sud par le Cap Horn ou par le Dé-
it de Magellan. Je calcule d'abord l'ascension droite du
leil pour le 29 Novembre 1764 à 6h à Paris, je la trou-
de 16h 25' 22", à laquelle répond une déclinaison auf-
ile de 21° 41', 2 : Je tombe donc dans le quatrieme
s de la Régle précédente, & je fais ainsi mon calcul....

istance au Zénith observée	36° 18'	
clin. de la Mer à la haut. de 15 pieds .	4,0	*Add.*
éfraction pour 36 degrés	0,8	*Add.*
emi-diametre du Soleil le 29 Nov. ..	16,3	*Soustr.*
onc dist. vraie du centre du Sol. au Zén.	36 6,5	
éclinaison australe soustractive.......	21 41,2	
onc latitude Nord du Navire	14 25,3	

523. EXEMPLE II. En 1768, un Pilote étant au Sud e la ligne, ayant bien réglé sa montre, & calculé (423) heure du passage de Syrius au Méridien, il en observe la auteur à ce moment, il la trouve de 68° 28'. Pour voir ette Etoile, il étoit obligé de tourner le dos au Pole élevé ur son Horizon, c'est-à-dire, au Pole Sud; on demande a latitude du Navire.

524. *Les observations des Etoiles dispensent de connoî-re le jour de l'observation, & la longitude du lieu où elles nt été faites;* parce que leur déclinaison est sensiblement la nême pendant tout le cours d'une année. Ainsi il suffit de hercher la déclinaison de Syrius, laquelle doit être de 16° 24',5 vers le Sud, selon la Table qui est dans le Recueil a la fin de ce Traité, (page 1), & ayant égard à sa va-iation en déclinaison pour les 8 années écoulées depuis 1760. Le Pilote est donc dans le troisieme cas de la Regle générale, & par conséquent il doit faire ainsi son calcul.

Hauteur apparente obſervée	68°	28′,0	
Donc diſt. au Zénith	21	32′,0	
Inclin. de la Mer		4,0	*Add.*
Refraction pour 21° $\frac{1}{2}$..........		0,4	*Add.*
Donc diſtance corrigée	21	36,4	
Déclin. auſtrale de Syrius	16	24,5	*Add.*
Donc latitude auſtrale	38	0,9.	

525. EXEMPLE III. En 1766, un Pilote étant dans partie Nord du Monde, trouve la diſtance apparente *la Chevre* au Zénith de 83° 27′ lorſque cette Etoile ét précifément au-deſſous du Pole. On demande la latitu du Navire.

Selon la Table des poſitions des Etoiles, la déclinaiſ de la Chevre doit être en 1766 de 45° 44′ boréale : tombe donc dans le premier cas de la Regle générale, par conſéquent il faudra faire ainſi le calcul.

Diſt. au Zénith obſervée	83°	27′,0	
Inclinaiſon de la Mer		4,0	*Add.*
Refraction pour 83 degrés $\frac{1}{2}$......		7,7	*Add.*
Donc diſtance corrigée	83	38,7	
Déclin. de l'Etoile	45	44,0	
Somme	129	22,7	
Otez-la de	180	0,0	
Reſte la latitude cherchée	50	37,3	

II. MOYEN.

Par les hauteurs d'un Aſtre priſes hors du Méridien.

526. Il arrive ſouvent que le Soleil ayant été couvert de nuages à midi, pendant pluſieurs jours de ſuite, on n'a pu obſerver la latitude, lors même qu'il eſt de la derniere importance de la connoître, ſoit pour éviter un danger, ſoit pour atterrer. Dans ce cas, nous allons expliquer une maniere d'avoir cette latitude preſque auſſi ſûrement que ſi on avoit vu le Soleil dans le Méridien, pourvu qu'on en puiſſe

ndre trois hauteurs dans le voisinage du midi & dans l'intervalle
viron une heure. Si donc le temps se dispose à se couvrir, alors
à hauteur méridienne doit être fort grande, comme de plus de
legrés, ou assez petite comme d'environ 20 degrés. Dans le pre-
r cas, l'intervalle entre la premiere & la derniere observation ne
pas excéder une heure : dans le second, il peut être d'une heure
emie.

27. On observera donc trois hauteurs du Soleil le plus exacte-
nt qu'on pourra, en marquant à une montre l'heure, la minute &
raction de minute, si le temps ne permet pas d'attendre que l'ai-
le des minutes soit précisément sur une division. L'intervalle entre
que observation doit être de 15, 20, 25 ou même 30 minutes. Si
peut faire ensorte que les deux intervalles de temps soient égaux,
alcul de la latitude sera beaucoup plus court; ce sera le premier cas
nous expliquerons. Si le temps trop variable ne permet pas de
ndre des hauteurs du Soleil à des intervalles de temps égaux, le
cul sera plus long, & nous l'expliquerons dans le second cas. Il
t encore arriver que le Soleil ne se découvre que deux fois avant
li, & une fois après; ou une fois avant midi, & deux fois après :
alcul sera le même que dans les deux cas précédents. Enfin il se peut
e que le Soleil ayant été toujours couvert avant midi, vienne à
écouvrir tout-à-fait, ou à paroître de temps en temps peu après
di, & ce cas revient encore au même que les premiers. Ainsi,
ır plus de sûreté, lorsque le temps sera incertain, on prendra autant
hauteurs du Soleil qu'on pourra dans l'intervalle de dix heures &
nie à midi ; & si le Soleil se trouve couvert à midi, on continuera
l'observer jusqu'à ce qu'on ait quatre ou cinq observations, qu'on
urra prendre trois à trois, pour les calculer selon la méthode sui-
nte, tant pour avoir plus de précision en prenant un milieu entre
plus grand nombre de résultats, que pour être plus tranquille sur
xactitude de sa hauteur du Pole, lorsqu'on verra que tous ces résul-
s s'accorderont. Enfin, pour s'exercer au calcul, & pour vérifier la
nté de cette méthode, on peut la pratiquer lors même que le Soleil
le plus clair à midi.

528. I. CAS. *Etant données trois distances apparentes du Soleil au*
nith, prises à intervalles égaux de temps aux environs de midi,
uver celle qu'on eût observée à midi. On pourroit faire à chacune les
rrections nécessaires pour les réduire aux distances vraies; mais cela
indifférent : le résultat du calcul donnera la distance méridienne
parente, si l'on y a employé des distances apparentes, & la distance
aie si l'on y a employé les distances vraies.

529. *Regle générale.* Prenez la différence entre la plus grande des
ois distances au Zénith, & la distance intermédiaire ; appellez-la *le*
emier excès. Prenez la différence entre cette même plus grande dis-
nce & la plus petite, & appellez-la *le second excès.* Du quadruple du
emier excès ôtez le second excès pour avoir *un premier reste*; duquel
emier reste ôtez encore le second excès pour avoir *un second reste.*

Multipliez le premier reste par lui-même, & divisez-en le produit le quadruple du second reste, le quotient de cette division ser nombre de minutes qu'il faut ôter de la plus grande distance au Zé observée, pour avoir la distance méridienne.

530. Par exemple :

Temps à la montre.	*Dist. observée.*
à 11h 2′	38° 43′.
11 20	37 12.
11 38	36 17.

Le premier excès est 91, le second 146. De 364, quadruple de j'ôte 146, & j'ai 218 pour premier reste. De 218 j'ôte 146, & j'ai pour second reste. Je multiplie 218 par lui-même, j'ai 47524 que divise par 288, quadruple de 72, j'ai pour quotient 164, qui f 2° 44′ qu'il faut ôter de 38° 43′ pour avoir la distance telle qu'on l' observée à midi, 35° 59′.

531. Si le quotient de la division se trouvoit égal au second exc ce seroit signe que la plus petite distance au Zénith auroit été pris midi ou fort approchant, & seroit par conséquent la hauteur mé dienne. Si des trois distances deux consécutives étoient égales, seroit signe que midi se seroit passé au milieu de leur intervalle. Alors regle générale se réduiroit à celle-ci : *Otez d'une de ces deux distan la huitieme partie de sa différence avec la plus grande, & vous aurez distance méridienne :* comme si les distances observées étoient 46° 3 45° 4′, 45° 4′, la distance méridienne seroit 44° 53′. Mais si c'ét la premiere qui fût égale à la troisieme, alors la seconde distance ser la méridienne. Enfin si les trois distances sont inégales, & qu'on soit assuré que midi se fût passé dans quelqu'un des deux intervalles la premiere à la derniere, parce que dans l'une on auroit observé Soleil tandis qu'il montoit encore, & dans l'autre on l'auroit obser tandis qu'il descendoit, alors le midi se seroit passé dans l'interval des deux distances consécutives qui seroient les moins inégales. D quelque maniere que cela arrive, il faudra toujours suivre exacteme la même regle générale.

532. Autre exemple.

Temps à la montre.	*Dist. observée.*
à 11h 39′	62° 20′
12 7	62 1
12 35	62 48.

Dans cet exemple le premier excès est 47, le second 28. Le pre mier reste est 160, le second 132. Il faut donc diviser 25600 par 528 & le quotient 50 étant ôté de 62° 48′ donne 61° 58′ pour la distanc méridienne cherchée.

533. II. CAS. *Etant données trois distances au Zénith, prises des intervalles quelconques de temps voisin du midi, trouver la distanc méridienne.*

Appellez *premier intervalle* la différence des temps marqués à la ontre entre l'obſervation de la plus grande des trois diſtances au Zé- th & celle de la diſtance intermédiaire. Appellez *ſecond intervalle* différence des temps entre la premiere & la derniere obſervation. ppellez *premier excédent* la différence entre la plus grande diſtance Zénith & la diſtance intermédiaire. Appellez enfin *ſecond excès* la fférence entre la premiere & la derniere diſtance au Zénith. Cela ſé, prenez le produit du premier excédent par le ſecond intervalle, ez-en le produit du ſecond excès par le premier intervalle, cherchez logarithme de la différence, ôtez-en le logarithme du ſecond inter- lle, & vous aurez le logarithme d'une *premiere quantité.* Prenez la fférence entre le premier intervalle & la moitié du ſecond, cherchez logarithme de cette différence, doublez ce logarithme, & ajoutez double au logarithme de la premiere quantité. De leur ſomme ôtez cceſſivement le logarithme du premier intervalle, & le logarithme la différence du ſecond intervalle au premier, le reſte ſera le loga- thme d'une *ſeconde quantité.* A la moitié du ſecond excès ajoutez la emiere & la ſeconde quantité, & vous aurez enfin un nombre que ous appellerez *premier excès*; après quoi ſuivez exactement la regle u premier cas, comme ſi les intervalles de temps entre les obſerva- ons euſſent été égaux.

534. I. EXEMPLE. Suppoſé qu'on ait obſervé ...

à la montre.	*Diſt. au Zénith.*
à 10h 47'	48° 31'
11 10	47 48
11 38	47 20.

Le premier intervalle ſera 23, le ſecond 51. Le premier excédent ra 43, & le ſecond excès 71. Le produit de 43 par 51 eſt 2193 : le roduit de 23 par 71 eſt 1633. La différence eſt 560 dont le log. eſt .74819, ôtant 1.70757 log. de 51, reſte 1.04062 log. d'une premiere uantité, laquelle eſt par conſéquent 11 à très-peu près. La différence ntre 23 & 25 $\frac{1}{2}$ moitié de 51 eſt 2 $\frac{1}{2}$, ſon log. eſt 0.39794, & ſon ouble 0.79588; l'ajoutant à 1,04062, on a 1.83650 : j'en ôte 1.36173 og. de 21, reſte 0.47477 : j'en ôte encore 1.44716 log. de 28, reſte .02761 log. de la ſeconde quantité, laquelle ne vaut que $\frac{1}{10}$ de min. De ſorte qu'ajoutant enſemble 35 $\frac{1}{2}$, 11, & $\frac{1}{10}$, on a 46,6 pour la va- eur du *premier excès*. De ſon quadruple 186 (car on peut négliger a fraction qu'il y faudroit joindre à la rigueur,) j'ôte 71 & j'ai 115 our premier reſte; j'en ôte encore 71, & j'ai 54 pour ſecond reſte. e produit de 115 par 115 eſt 13225, je le diviſe par 136 quadruple e 34, j'ai pour quotient 97 ou 1° 37', que j'ôte de 48° 31', reſte 6° 54' pour la diſtance méridienne du Soleil au Zénith.

535. II. EXEMPLE. Qu'on ait obſervé ...

à la montre.	*Diſt. au Zénith.*
à 11h 37' $\frac{1}{2}$	51° 8'
11 52 $\frac{1}{4}$	50 55
0 24 $\frac{2}{3}$	51 24.

Le premier intervalle eſt 32′ 25″, le ſecond 47′ 10″. Le premi[er] excédent eſt 29, le ſecond excès 16. J'ajoute 1.46240 log. de 29 1.67364 log. de 47′ 10″ (qu'on trouve en retranchant le log. de 60 du log. de 47′ 10″ ou 2830″ pour éviter les trop grands nombres, leur ſomme eſt 3.13604 log. de 1368, produit de 29′ par 47′ 10″. J'ajoute de même le log. de 16 à celui de 32′ 25″ (qui eſt 1.51077) & j'ai 519 pour produit de 16 par 32′ 25″. Je prends 849 différence d[e] ces produits ; de ſon log. 2.92891 j'ôte 1.67364 log. de 47′ 10″, reſt[e] 1.25527 log. de 18 premiere quantité. La différence de 32′ 25″ [à] 23′ 35″ moitié de 47′ 10″, eſt 8′ 50″, dont le log. eſt 0.94612. [À] ſon double 1.89224 j'ajoute 1.25527, & de la ſomme 3.14751, j'ôt[e] ſucceſſivement 1.67364 log. de 32′ 25″, & 1.16879 log. de 14′ 45″ reſte 0,50485 log. de 3,2 ſeconde quantité. Ajoutant donc 8, moiti[é] du ſecond excès, 18 premiere quantité, & 3,2 ſeconde quantité, j'a[i] 29,2 pour premier excès. De ſon quadruple 117 j'ôte 16, & j'ai 10[1] pour premier reſte. De 101 j'ôte 16, & j'ai 85 pour ſecond reſte. J[e] multiplie 101 par 101, & je diviſe ſon produit 10201 par 340 quadruple de 85. Je trouve pour quotient 30, que j'ôte de 51° 24′, & j'a[i] enfin 50° 54′ pour la diſtance du Soleil au Zénith que j'euſſe obſerv[ée] à midi.

536. Il eſt aiſé de voir que cette méthode peut s'appliquer à tou[t] autre Aſtre que le Soleil ; & que pourvu que le Navire ne change pa[s] de route, ni conſidérablement de vîteſſe, dans l'intervalle des obſervations, il n'y a aucune réduction à faire à cauſe du mouvement du Vaiſſeau.

Remarques ſur quelques autres moyens propoſés par différents Auteurs pour trouver la Latitude.

537. On trouve dans pluſieurs Livres divers moyens de découvrir la latitude, en obſervant les Aſtres, lorſqu'ils ſont vers l'Orient ou vers l'Occident, à une certaine diſtance du Méridien. La choſe eſt très-poſſible dans la ſpéculation, & on pourroit auſſi ſans doute la pratiquer quelquefois à terre. Le cas eſt différent lorſqu'on eſt en Mer ; & d'ailleurs il me paroît que toutes ces méthodes peu directes ou peu naturelles, ſont ſuperflues pour trouver la latitude, ſur-tout ſi l'on joint aux obſervations du Soleil, celles des Planetes & des Etoiles. Suppoſé que le Soleil paſſe trop près du Zénith, pour qu'on ſoit aſſuré d'obſerver exactement ſa hauteur, il n'y aura qu'à avoir recours aux autres Aſtres.

538. Ces mêmes méthodes ſont peu exactes, par la même raiſon qu'elles ne ſont pas aſſez directes. On peut s'en appercevoir aiſément en les examinant avec un peu d'attention ; & d'ailleurs nous nous en ſommes aſſurés par notre propre expérience. Pluſieurs Auteurs ont propoſé,

ropoſé, par exemple, d'obſerver la hauteur d'un Aſtre dans le mo-
ıent où il paroît être exactement dans le même vertical qu'un autre
ıſtre; & ils ont cru que cette méthode étoit très-facile dans la pra-
que, parce qu'elle n'exigeoit de la part d'un des Obſervateurs qu'un
ıſtrument bien ſimple, ſavoir, un fil à plomb. Mais ſi ces deux Aſtres
ɔnt voiſins l'un de l'autre, il arrivera que pendant plus d'une demi-
eure ils paroîtront aſſez exactement dans le même vertical, (ſur-tout
ɔrſque l'Obſervateur ſera près du Pole; car ſous le Pole même, deux
toiles qui ſont dans le même vertical y reſtent toujours); & qu'ainſi
ı circonſtance choiſie ne donnera rien de déterminé. Si au contraire
es deux Aſtres ſont à une diſtance conſidérable l'un de l'autre, on ne
es verra pas du même coup d'œil, on ne pourra pas les rapporter
xactement au fil à plomb; & outre cela la longueur de ce fil contri-
uera à faire augmenter l'agitation que le Navire lui communiquera
ontinuellement.

539. On a propoſé auſſi d'obſerver la hauteur d'un Aſtre deux
ɔis vers l'Orient ou vers l'Occident, & de meſurer avec une montre
e temps écoulé entre les deux obſervations. Mais il faut que l'inter-
alle ſoit au moins de deux ou trois heures, & on n'eſt pas ſûr de l'ob-
enir en Mer, à pluſieurs ſecondes près, quelque exacte que ſoit
horloge dont on ſe ſert. Tout conſidéré, il s'agit de découvrir la
randeur de l'arc du Méridien intercepté entre le Zénith & l'Equa-
eur; & il eſt certain qu'il n'y a pas de meilleur moyen d'y parvenir
ans la pratique, que de ſe ſervir des Aſtres lorſqu'ils paſſent au Méri-
ien. Si on emploie ce moyen direct, on ne doit pas craindre que les
rreurs de l'obſervation ſe multiplient: ſuppoſé qu'on ſe trompe de
eux ou trois minutes ſur la hauteur de l'Aſtre, l'erreur ne ſera que de
ı même quantité ſur la latitude. Ce ne ſeroit pas la même choſe ſi
es Navigateurs adoptoient les méthodes indirectes dont nous les aver-
ſſons de ne pas ſe ſervir. Il leur faudroit faire pluſieurs obſervations;
: la moindre erreur qu'ils commettroient ſur chacune, leur en pro-
uiroit preſque toujours d'extrêmement grandes ſur la latitude.



CHAPITRE V.

Conſtruction du Chaſſis de Réduction, *avec lequel on ſupplée au Calcul Trigonométrique par des opérations Graphiques.*

540. Les calculs que le Pilote doit faire pour connoître ſa latitude par la hauteur méridienne des Aſtres, ſe réduiſent, comme on a vu (515), à de ſimples additions ou ſouſtractions. Il n'en eſt pas de même de ceux dont il a beſoin dans les autres pratiques de ſon art. Il faut qu'il y employe (66) ou le calcul Trigonométrique, ou des Tables toutes dreſſées, ou des opérations graphiques, c'eſt-à-dire, des conſtructions de figures faites ſur le papier avec la Regle & le compas, pour ſuppléer aux deux moyens précédents. Afin d'être en état d'enſeigner ici l'uſage de ces trois méthodes à la fois, il nous faut décrire une eſpece d'Inſtrument, que tout Pilote peut conſtruire à terre à ſon loiſir, ou faire deſſiner par un Conſtructeur, & que j'appellerai *le Chaſſis de Réduction.* Cet Inſtrument eſt principalement deſtiné à la recherche des longitudes ſur Mer par le moyen de la Lune; mais ſi le Pilote n'avoit pas occaſion de l'employer à cette recherche, ſa conſtruction ſeroit beaucoup plus ſimple, comme on le remarquera dans la ſuite.

541. Pour conſtruire ce *Chaſſis de Réduction*, il faut être muni de quelques compas à pointes bien fines dont l'un ait au moins ſix pouces; de quelques regles bien dreſſées, dont l'une ait environ deux pieds de longueur, & de crayons fins de mine de plomb. Il faudra prendre un carton liſſé le plus plan qu'il ſera poſſible, ou bien une planche bien dreſſée, ſur laquelle on aura collé proprement trois ou quatre feuilles de papier en forme de couches l'une ſur l'autre, faiſant enſorte qu'il n'y ait ni plis ni jointure d'une feuille

avec une autre, en un mot que le tout forme une surface bien unie.

542. Les moindres dimensions du plan sur lequel il faut construire un chassis de réduction doivent être de 22 pouces sur 17, telles que sont celles des cartons lissés ordinaires. Les plus grandes dimensions ne doivent pas excéder 30 pouces sur 23. Un chassis plus grand donneroit à la vérité des résultats plus exacts; mais il seroit d'un usage d'autant plus incommode sur Mer. Je supposerai donc qu'on veuille construire un chassis sur un plan qui ait 22 pouces de longueur & 17 de hauteur. Dans ce cas, la figure sur laquelle j'ai représenté ici (*voy. Planche V.*) toutes les échelles qui composent le chassis, est réduite au tiers. Elle seroit réduite au quart à l'égard d'un plan qui auroit 30 pouces sur 23.

543. Il faut d'abord faire à part une petite échelle, où l'on marquera pour un pouce, une mesure égale à la 22e partie de toute la longueur du plan sur lequel on veut construire le chassis. Il faut voir ensuite si la hauteur de ce plan contient 17 de ces mêmes mesures : si elle est trop petite pour cela, il faudra prendre pour la mesure d'un pouce, la 17e partie de toute la hauteur du plan. Enfin on divisera cette mesure en douze parties égales, qu'on prendra pour les lignes du pouce. A l'aide de cette espece de pouce divisé, on appliquera facilement tout ce que nous allons dire à la construction du chassis de réduction sur le plan proposé.

544. Il est nécessaire de suivre scrupuleusement les regles que l'on va donner, & de prendre exactement toutes les dimensions qu'on va indiquer, afin que toutes les parties qui composent le chassis soient dans une juste proportion, & placées sans confusion.

Construction du Cadre du Chassis.

545. Tirez une droite occulte (c'est-à-dire, à la mine de plomb), à un demi-pouce de distance du bord supérieur du plan au carton. J'appellerai cette droite *le bord supérieur du Chassis.*

546. Prenez une ouverture de compas de trois lignes d'étendue, ou de sorte que douze fois cette ouverture fasse une longueur de 3 pouces 3 lignes à très-peu près. Portez cette ouverture 77 fois $\frac{1}{2}$ le long de cette droite, en commençant à un demi-pouce du bord du plan, & en allant de droite à gauche. Marquez toutes ces divisions, & les cotez de cinq en cinq comme vous voyez dans la figure. Ecrivez au-dessus le titre *Echelle de modules & de la différence, &c.* J'appelle ces divisions *des modules*, parce qu'elles servent à régler la plupart des dimensions du chassis, & afin d'éviter l'équivoque en parlant d'autres divisions qui servent aussi à déterminer quelques autres dimensions. Marquez à l'encre l'étendue de ces 77 $\frac{1}{2}$ modules, & renfermez dans un petit cercle le point qui sert de commencement à ces modules, afin de le distinguer des autres dans les usages auxquels on l'employera. Je l'appellerai *le premier point du Chassis de Réduction.*

547. De ce premier point du chassis tirez en en-bas une perpendiculaire à la droite divisée qui fait le bord supérieur, & qui soit longue de 60 modules. Je l'appellerai *le côté droit du Chassis.* Tirez-en une de même & de même longueur à l'autre bout & au point marqué 1° 17′$\frac{1}{2}$. J'appellerai celle-ci *le côté gauche du Chassis.* Joignez les deux extrémités inférieures de ces côtés par une droite que j'appellerai *le bord inférieur du Chassis.* Il est peu important que les deux côtés du chassis soient exactement perpendiculaires aux deux bords; il est seulement nécessaire que les deux bords soient exactement égaux entre eux, & les deux côtés aussi exactement égaux entre eux.

548. Divisez le bord inférieur du chassis en 120 parties égales, pour représenter deux heures divisées en minutes; cotez-les, & mettez-y le titre *Temps que la Lune, &c.* comme dans la Figure.

549. Prenez une ouverture de compas de 17 $\frac{2}{5}$ modules: portez-la sur les deux côtés du chassis depuis le bord inférieur. Divisez cet intervalle en 45 parties égales, écrivez à côté les nombres & le titre *Mouvements de la Lune, &c.* tel que vous le voyez dans la Figure.

Ainsi le cadre du chassis de réduction sera fini. Vous ourrez encore l'entourer d'une ligne simple ou double, our lui servir de bordure.

Construction de l'Echelle, intitulée : *Echelle de Minutes de la correction de la Parallaxe.*

550. A 2 modules $\frac{1}{2}$ & à 24 modules au-dessus du ord inférieur du chassis, marquez deux points sur chacun es côtés, & tirez par ces points deux paralleles occultes, ou à la mine de plomb.) Marquez sur chacune un point loigné du côté gauche du chassis de 2 modules $\frac{1}{2}$, & joignez es deux points par une droite occulte.

551. Prenez une ouverture de compas d'un peu moins qu'un demi-module, & de sorte que 15 fois cette ouverture fasse une longueur de 7 modules ou tant soit peu moins. Sur chacune des deux paralleles en partant de la derniere droite tirée, portez dix fois vers la droite cette ouverture de compas. Prenez ensuite une ouverture égale à ces dix divisions, portez-la six fois au-delà, & vous aurez deux paralleles occultes divisées de la même maniere. Marquez à l'encre celle d'en bas, en la terminant aux extrémités de ses divisions; cotez ces divisions, & mettez-y le titre *Echelle de minutes de la*, *&c.* comme vous voyez dans la Figure.

552. Sur la droite occulte tirée à 2 modules $\frac{1}{2}$ du bord, marquez un point à la distance de 42 $\frac{1}{2}$ divisions de l'échelle de minutes. Cotez ce point du nombre 53. Tirez de ce point une droite à l'extrémité de l'échelle marquée 60, & par les divisions correspondantes des deux paralleles, tirez des droites terminées à cette derniere, comme vous voyez dans la Figure. Faites celle qui passe par le point coté 5 un peu plus grosse que les autres, pour la faire distinguer. Enfin divisez la derniere cotée ici des nombres 62 & 53, en 9 parties inégales en allant de bas en haut, selon les nombres

ſuivants qu'il faudra prendre avec le compas ſur l'échelle des minutes, ſavoir, $12\frac{7}{10}$, $18\frac{1}{5}$, $22\frac{3}{5}$, $26\frac{2}{5}$, $29\frac{9}{10}$, $33\frac{1}{5}$, $36\frac{2}{5}$, $39\frac{1}{2}$. Cotez ces points 61, 60, 59, &c, & mettez-y le titre *Minutes de la parallaxe horizontale de la Lune*, comme vous voyez dans la Figure.

Conſtruction du Cercle diviſé en ſes Degrés.

553. A 30 modules de diſtance au bord inférieur du chaſſis tirez-lui une parallele occulte. Prenez une ouverture de 62 minutes de l'échelle de la parallaxe, & plaçant une pointe du compas ſur la ligne précedente à un demi-module ou tout au plus $\frac{3}{4}$ de modules du côté droit du chaſſis, prenez pour centre le point à gauche où tombera l'autre pointe ſur la même ligne : décrivez le cercle, & marquez à l'encre la partie de la ligne occulte qui en eſt le diametre. Diviſez le cercle d'abord de dix en dix degrés, que vous coterez comme dans la Figure. Sur les diviſions correſpondantes au-deſſus & au-deſſous du diametre, placez ſucceſſivement une regle pour marquer ſur ce diametre des points que vous coterez, comme dans la Figure, avec le titre *Degrés d'azimut*. Enfin achevez de diviſer le cercle dans tous ſes degrés le plus exactement qu'il ſera poſſible, & écrivez en dedans I^h, II^h, III^h, &c, de 60 en 60 deg. comme vous voyez dans la Figure.

Conſtruction de l'Echelle de la meſure du mouvement des Aſtres en hauteur.

554. A $1\frac{1}{2}$ & à 33 modules de diſtance du bord inférieur du chaſſis, tirez-lui deux paralleles occultes de 20 modules de longueur environ, en les comptant du côté gauche vers le côté droit. Prenez une ouverture de compas de 16 modules, & portez-la ſur ces deux paralleles à compter du côté gauche du chaſſis, afin d'y marquer deux points, dont celui qui eſt ſur la ligne ſupérieure doit être coté 90. Joignez ces deux points par une droite. En allant de haut en

pas, marquez sur cette droite à 15 modules du point coté 90, un autre point que vous coterez 0; & en allant de gauche à droite, marquez sur la parallele supérieure un autre point à 15 modules du point 90, & que vous coterez aussi 0. Joignez par une droite les deux points marqués 0, & vous aurez un triangle rectangle isoscele.

555. Prenez avec le compas sur l'échelle des modules les ouvertures suivantes $\frac{1}{4}$, $\frac{9}{10}$, 2, $3\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{3}$, $7\frac{1}{2}$, $9\frac{7}{8}$, $12\frac{2}{5}$, & portez-les successivement sur les trois lignes qui suivent; 1°, Sur le côté vertical de ce triangle en montant de 0 vers 90, & cotez ces divisions 10, 20, 30, &c, avec le titre *Degrés de la hauteur du Pole*. 2°. Sur le côté horizontal en allant de 90 à gauche vers 0, cotez ces divisions 80, 70, 60, &c, avec le titre *Degrés d'Azimut*. 3°. Sur la parallele inférieure occulte en allant de droite à gauche depuis le point marqué à 16 modules du côté gauche, afin d'avoir sur cette occulte des divisions correspondantes à celles du côté horizontal du triangle, par lesquelles on tirera les lignes verticales qu'on voit dans la Figure. Enfin par le point coté 0 sur le côté horizontal, & par tous les points marqués pour les degrés de la hauteur du Pole, on tirera des droites qui acheveront l'échelle.

Construction de l'Echelle qui donne la mesure de la Minute de Degré pour la correction de la Refraction.

556. A $2\frac{1}{2}$ & à 23 modules au-dessous du bord supérieur du chassis, tirez-lui, depuis le côté gauche vers la droite, deux paralleles occultes d'environ 25 modules de longueur. Marquez sur chacune un point à 2 modules de ce côté: & depuis ce point marquez sur chacune, vers la droite, 13 autres points selon les distances suivantes, que vous prendrez sur les divisions de l'échelle des minutes de la correction de la parallaxe, savoir, $2\frac{1}{5}$, $4\frac{7}{10}$, $7\frac{2}{5}$, $10\frac{1}{5}$, $13\frac{1}{5}$, $16\frac{4}{5}$, $20\frac{2}{3}$, $24\frac{2}{3}$, $28\frac{7}{10}$, $32\frac{9}{10}$, $37\frac{1}{3}$, 42, $46\frac{4}{5}$. Cotez ces points sur

la parallele supérieure, des nombres 70, 65, 60, &c, avec le titre *Degrés des hauteurs*, &c, comme vous voyez dans la Figure. Tirez par les points cotés 5 & 50 des droites occultes à leurs points correspondants dans la parallele inférieure; faites cette ligne cotée 5, longue de $6\frac{1}{5}$ minutes prises sur la même échelle, & la ligne cotée 50 de 43 de ces mêmes minutes. Joignez les extrémités de ces deux lignes par une droite, & terminez-y les droites cotées 10, 15, 20, &c, tirées aux points correspondants de la parallele inférieure occulte. Enfin divisez en dix parties égales les lignes cotées 5 & 50, & par les points de divisions tirez des droites comme vous voyez dans la Figure; cotez-les 0,1, 0,2, 0,3, &c, & mettez-y le titre *Dixiemes de la minute de la correction de la Réfraction*, & tout le chassis sera achevé.

557. REMARQUES. Si l'on ne destinoit pas ce chassis à la recherche des longitudes, mais seulement aux opérations graphiques du Pilotage, alors on n'auroit besoin ni de cadre, ni d'échelles pour la parallaxe & pour la réfraction, & tout se réduiroit, 1°, à décrire sur un carton lissé, & à diviser un cercle de huit à neuf pouces de rayon en tous ses degrés sur sa circonférence, & son diametre en degrés d'azimut, comme on a vu (553): 2°. A faire une échelle de parties égales, à volonté, qui tiendroit lieu de l'échelle de *modules* pour construire l'échelle de la *mesure du mouvement des Astres en hauteur à chaque minute de temps*, en donnant 15 de ces parties égales à chacun des deux côtés qui forment l'angle droit de cette échelle. Quoi qu'il en soit, nous appellerons toujours un pareil cercle, avec ces deux échelles, *le Chassis de Réduction*.



CHAPITRE VI.

Moyens de déterminer l'Heure qu'il eſt, lorſqu'on eſt en Mer, & de regler avec exactitude les Horloges, ſoit par l'inſtant du Lever & du Coucher du Soleil, ſoit autrement.

558. LORSQU'ON connoît la latitude de l'endroit où l'on eſt & la déclinaiſon du Soleil, il eſt facile de trouver, par un calcul exact, l'heure du lever & du coucher du Soleil; ce qui ſert à regler les Horloges ou Sabliers qu'on a dans les Vaiſſeaux. Quoiqu'on n'obſerve gueres la latitude qu'à midi, il eſt très-facile, par la connoiſſance de la route, & par le chemin qu'on peut avoir fait dans le Nord ou dans le Sud depuis la derniere obſervation, de connoître par quelle latitude on eſt le matin ou le ſoir. On enſeignera dans le Livre ſuivant, l'opération néceſſaire pour réduire de la ſorte la latitude obſervée à midi à celle qu'on eût obſervée à l'heure pour laquelle on a beſoin de la ſavoir.

I.

Uſage de la Table des différences aſcenſionnelles du Soleil.

559. Connoiſſant la latitude du lieu où l'on eſt, & la déclinaiſon du Soleil au moment à peu près pour lequel on calcule, on aura recours à la Table (qui eſt aux pages 13 & 14,) à la fin de ce Traité. Les degrés de déclinaiſon ſont marqués en haut, & les latitudes ou hauteurs polaires ſont marquées dans la premiere colonne. Dans le concours de la ligne où eſt marquée la latitude avec la colonne qui a en tête le degré de la déclinaiſon, on trouve des nombres qu'on

appelle *la différence ascenſionnelle du Soleil*. C'eſt l'interva
de temps entre ſix heures du matin & le lever, ou ent
ſix heures du ſoir & le coucher du Soleil. Or, pour p
qu'on ſache de ſphere, on n'ignore pas ſi le Soleil doit
lever avant ou après ſix heures, ou ſe coucher avant c
après ſix heures. En tout cas la regle générale eſt, le Sol
ſe leve toujours avant ſix heures & ſe couche après ſix heure
ſi la latitude du lieu & la déclinaiſon du Soleil ſont tout
deux Sud ou toutes deux Nord. Il ſe leve toujours apr
ſix heures & ſe couche avant ſix heures, ſi la latitude du li
n'eſt pas du même côté que la déclinaiſon, ſi l'une eſt Nor
& l'autre Sud.

560. Si l'on eſt, par exemple, par 50 deg. de latitud
ſeptentrionale, & que la déclinaiſon du Soleil ſoit Nord d
15 degrés vers les 7 heures du ſoir, nous ajouterons
6 heures du ſoir les 1^h $14'$ qu'on trouve dans la Table, &
nous aurons 7^h $14'$ pour l'heure à laquelle le Soleil ſe cou
chera ce ſoir-là. Il faut remarquer que ce n'eſt pas le leve
& le coucher apparent du centre du Soleil, que la Tabl
fournit. Elle nous indique le temps auquel le centre du So
leil ſe trouve réellement dans l'Horizon, & alors cet Aſtr
nous paroît au-deſſus de l'Horizon, à cauſe de la réfractio
aſtronomique. Au moment du vrai paſſage du centre par l
plan de l'Horizon, on voit entre l'Horizon de la Mer & l
bord inférieur du Soleil, un eſpace un peu plus grand qu
ſon demi-diametre.

561. Il faut donc, dans l'uſage de cette Table, prendr
pour l'inſtant du lever ou du coucher du Soleil, celui où ſo
bord inférieur paroît tant ſoit peu plus au-deſſus de l'Hori-
zon de la Mer, que le centre du Soleil n'eſt au-deſſus de ce
bord ; ou, ce qui revient au même, il faut prendre pour le
vrai inſtant du lever ou du coucher du Soleil, celui où ſon
centre paroît tant ſoit peu plus au-deſſus de l'Horizon de
la Mer, que n'eſt la grandeur apparente de ſon diametre
horizontal.

562. Mais parce qu'il eſt difficile de diſtinguer à la vue
ſimple ſi le Soleil eſt à la hauteur apparente requiſe, pour

ue son centre soit réellement dans l'Horizon, nous avons alculé une Table (page 16 du Recueil,) où l'on trouve à ombien de minutes & de secondes de temps répond une variation d'un degré dans la hauteur du Soleil. Quelques xemples rendront facile l'usage de cette Table.

563. EXEMPLE I. Etant par 50 degrés de latitude & le Soleil ayant 15 degrés de déclinaison, (il n'importe de quel côté sont la latitude & la déclinaison,) on a observé le moment à la montre où le Soleil a quitté l'Horizon de la Mer par son bord supérieur à $7^h\ 21'\frac{1}{3}$, on demande l'heure qu'il étoit réellement.

Lorsque le Soleil est réellement à l'Horizon il est $7^h\ 14'$; mais quand son bord supérieur se cache sous l'Horizon de la Mer, son centre est réellement 52′ au moins au-dessous de l'Horizon céleste, à savoir, 32 à 33 pour la réfraction, 4′ pour l'inclinaison de la Mer, & 16′ pour le demi-diametre du Soleil. Or dans la Table (page 16) on trouve qu'à la latitude de 50 deg. & pour la déclinaison de 15 deg. le Soleil à l'Horizon emploie 6′ 48″ à varier d'un degré en hauteur; donc à proportion il emploie 5′ 54″ à descendre de 52′. Les ayant ajoutés à $7^h\ 14'$, on aura $7^h\ 19'\ 54''$ temps vrai au moment de l'observation. Ainsi la montre avançoit de 1′ 26″.

564. REMARQUE. En calculant directement (566) la différence ascensionnelle, on auroit le temps avec beaucoup plus de précision; on la trouveroit dans cet Exemple de $1^h\ 14'\ 29''$, & par conséquent le temps vrai de l'observation à $7^h\ 20'\ 23''$.

565. EXEMPLE II. Etant par 55 degrés de latitude Nord, & le Soleil ayant 21 degrés de déclinaison australe, on commence à appercevoir le matin son bord supérieur à l'Horizon de la Mer lorsqu'il est $8^h\ 10'$ à la montre. On demande l'heure précise.

On trouve, comme dans l'Exemple précédent, que le Soleil emploie 8′ 55″ de temps à varier d'un degré en hauteur: or lorsque son bord commence à paroître, son centre est réellement 52′ au-dessous de l'Horizon céleste: donc à proportion il faut 7′ 44″ de temps pour que le centre du

Soleil arrive à cet Horizon : mais ſelon la Table (page 14
le Soleil devoit ſe lever à $8^h\ 20'$: donc l'heure vraie d
l'obſervation s'eſt faite à $8^h\ 12'\ 16''$, ainſi la montre re-
tarde de $2'\frac{1}{4}$.

I I.

Méthode du Calcul Trigonométrique de la Table des différences aſcenſionnelles.

566. Le calcul de la Table des différences aſcenſionnelles eſt facile. Si *H Z R z* (*Fig.* 53.) repréſente le Méridien céleſte ; *H R* l'Horizon, *P*, *p* les Poles, *Z*, *z* le Zénith & le Nadir, *E Q* l'Equateur céleſte, *A L* le parallele céleſte décrit par un Aſtre en 24 heures, il eſt clair, 1°, Que cet Aſtre ſe leveroit ou ſe coucheroit en *F*, ſelon que le point *C* repréſenteroit l'Eſt ou l'Oueſt. 2°. Que le nombre des degrés du parallele compris depuis le point *A* juſques au point *F*, étant réduit en temps, exprimeroit l'intervalle de temps entre celui du paſſage de l'Aſtre au Méridien en *A*, & celui de ſon lever ou de ſon coucher en *F*. 3°. Que ſi par *P* & par *F* on fait paſſer un arc de grand cercle *P K*, l'arc *A F* eſt de même nombre de degrés que l'arc *E K* de l'Equateur, de ſorte que ces deux arcs ſont la meſure de l'angle *Z P F*, dont le complément eſt l'angle *C P K* : on peut donc calculer le nombre des degrés de l'arc *E K* de deux manieres, ou par le calcul de l'angle *Z P F* dans le triangle ſphérique *Z P F*, où l'on connoît *Z F* de 90 degrés, *Z P* complément de la hauteur du Pole, & *P F* complément de la déclinaiſon *F K* ; ou par le calcul du côté *C K* dans le triangle ſphérique *C K F* rectangle en *K*, où l'on connoît la déclinaiſon *K F* du parallele, & l'angle *F C K* de la hauteur de l'Equateur ou du complément de la latitude. La proportion pour calculer *C K*, qu'on appelle *la différence aſcenſionnelle*, eſt (145. 40.) celle-ci : *Le rayon eſt à la tangente de la déclinaiſon, comme la tangente de la hauteur du Pole eſt au ſinus de la différence aſcenſionnelle.* 4°. Enfin il eſt clair que les calculs faits pour tous les paralleles qui ſont d'un côté d'un des Poles, conviennent dans un ordre renverſé à tous les paralleles correſpondants qui ſont du côté du Pole oppoſé, comme on le voit dans la Figure par les points *p*, *z*, *a*, *l*, *g*, *f*, *k* comparés aux points *P*, *Z*, *A*, *L*, *G*, *F*, *K*, en ſuppoſant que *a l* eſt un parallele céleſte autant au-delà de l'Equateur que *A L* eſt en-deçà.

567. On peut même calculer la différence aſcenſionnelle, ou l'intervalle entre 6 heures & le lever ou le coucher, en y faiſant entrer l'inclinaiſon de la Mer & la réfraction, & alors on auroit le vrai moment où l'Aſtre paroîtroit ſur l'Horizon même : car puiſque la réfraction eſt à l'Horizon de 32 min. & que ſur un Navire ordinaire l'œil eſt élevé de 14 à 15 pieds au-deſſus de l'eau, un Aſtre qui ſe trouve ſur l'Horizon de la Mer doit être réellement 36 min. au-deſſous : donc

ıns le triangle ſphérique *ZPF* on connoît les trois côtés, ſavoir, *F* de 90 deg. 36 min. *ZP* complément de la hauteur du Pole, & *F* complément de la déclinaiſon. Ainſi on peut calculer (160) l'angle *PF*, qui meſure le nombre de degrés de l'arc *EK*, dont le complé- ent étant converti en temps, donnera l'intervalle demandé.

I I I.

rouver l'heure du Lever & du Coucher du Soleil par le cercle du Châſſis de réduction.

568. Suppoſé qu'on n'eût pas entre les mains la Table es différences aſcenſionnelles, on a pluſieurs moyens ſſez faciles d'y ſuppléer. Voici celui où l'on y emploie le haſſis de réduction.

569. Prenez la ſomme de la déclinaiſon de l'Aſtre & e la hauteur de l'Equateur; prenez enſuite leur différence. orſque la déclinaiſon ſera de même nom que le Pole élevé, a ſomme ſera la hauteur méridienne de l'Aſtre, & la diffé- ence ſera ſon plus grand abaiſſement ſous l'Horizon : & orſque la déclinaiſon ne ſera pas de même nom que le Pole levé, la différence ſera la hauteur méridienne, & la ſomme era le plus grand abaiſſement. Sur les diviſions du cercle u chaſſis de réduction, repréſenté par le cercle *O G R A* *Fig.* 54.), marquez 2 points, l'un en *A* au-deſſus de l'Hori- Fig. 54. on, ſelon la hauteur méridienne; l'autre en *B* au-deſſous, elon les degrés du plus grand abaiſſement, & tirez la droite *AB*. Par le point *A* de la hauteur méridienne, & par le centre *F*, faites paſſer un diametre *AG*. Au point *E* où la ligne *AB* encontre l'Horizon, élevez à *AB* une perpendiculaire *EH*, uſques à la rencontre du diametre *AG*. Prenez avec le compas l'intervalle *FH*, & portez-le ſur le diametre *AG*, depuis *F* juſqu'en *I*, à l'oppoſite du point *H*. Prenez avec le compas l'intervalle *IH*, & portez-le deux fois de ſuite ſur les diviſions du cercle, en commençant au point marqué *O* & en allant dans le ſens des heures. Alors en prenant les degrés de ce cercle pour des minutes d'heure, & en eſtimant

les fecondes de temps à proportion, le point où tombera compas à la deuxieme enjambée, fera la différence afcenfionnelle de l'Aftre.

570. Si l'on veut favoir, comme dans l'Exemple précédent, en combien de temps le Soleil change fa hauteur réel d'une quantité donnée, comme de 52 min. on remarque à quel point des divifions de l'Horizon *OR* tombe le point *E*. Ce fera l'azimut du Soleil. Sur l'échelle du chaffis de réduction, intitulée *Echelle de la mefure du mouvement des Aftres en hauteur à chaque minute de temps*, mettez la pointe d'un compas au point que vous eftimerez convenir à la hauteur du Pole & à l'azimut du Soleil. Avec l'autre pointe rafez la droite qui termine le haut de l'échelle, enforte que l'ouverture du compas mefure la diftance de ce point au bord fupérieur de l'échelle. Portez cette ouverture fur les divifions du bord fupérieur du chaffis, en faifant, depuis le commencement de ces divifions, autant d'enjambées qu'il eft néceffaire pour parvenir au nombre de minutes dont il s'agit, comme ici à 52 min. (Dans le cas de l'Exemple I on doit trouver près de 6 enjambées, & dans le cas du fecond Exemple on en doit trouver $7\frac{3}{4}$). Comptez autant de minutes de temps que vous ferez d'enjambées, eftimant en fraction de minutes de temps la portion d'enjambée qu'il faut faire, pour achever d'embraffer toutes les minutes de variation en hauteur.

IV.

Réflexion fur la méthode de trouver l'heure en Mer par le Lever ou le Coucher des Aftres.

571. Cette méthode n'eft pas fufceptible d'une extrême précifion, parce que la réfraction aftronomique eft trop inconftante dans le voifinage de l'Horizon, c'eft-à-dire, qu'à la même hauteur apparente, comme d'un demi-degré par exemple, elle eft tantôt de 30′, tantôt de 25, de 32, &c.

lon la difpofition actuelle de l'air, & des vapeurs qui font l'Horizon. On fait encore qu'elle eft plus petite dans les ays chauds que dans les pays froids, & fur-tout vers l'E-uateur que hors des Tropiques. Ainfi on ne doit gueres ompter que fur environ une demi-minute de temps pour exactitude de la détermination de l'heure vraie, par le lever u le coucher du Soleil, même en calculant la différence fcenfionnelle par les Tables de finus, & en employant la able page 16, parce qu'il faut ajouter à l'inconftance des éfractions, quelque incertitude dans la latitude du lieu, & ans la déclinaifon du Soleil, dont le calcul fe regle fur la ongitude eftimée du même lieu.

V.

Trouver l'heure qu'il eft par des opérations graphiques appliquées à l'obfervation d'une hauteur du Soleil.

572. Les Pilotes ont coutume de régler leurs Horloges fur le temps où ils ceffent de voir le Soleil monter, & où ls croyent qu'il eft au Méridien, lorfqu'ils prennent hau-teur : mais cette méthode eft tout-à-fait défectueufe, parce que la hauteur du Soleil vers midi eft fenfiblement la même pendant un temps affez confidérable : au lieu que ce n'eft pas la même chofe lorfque le Soleil eft vers l'Orient ou vers l'Occident. Outre cela, l'opération que nous allons expli-quer eft fort exacte ; elle n'eft ni longue, ni difficile, & il eft à fouhaiter que les Pilotes y foient bien exercés. Elle reffem-ble beaucoup à l'opération précédente.

573. Suppofons qu'étant par la latitude de 40 degrés boréale, & par 27 degrés de longitude eftimée à l'Oueft de Paris, j'aie obfervé le 18 Mai 1765 au matin la diftance apparente du bord inférieur du Soleil au Zénith de $67^\circ\ 48'$, tandis que ma montre marquoit $6^h\ 48'\frac{1}{2}$; on demande l'heure qu'il eft au Soleil, & l'erreur de la montre.

Je calcule, par les regles expliquées ci-deffus (418 & *fuiv.*),

la déclinaiſon du Soleil, que je trouve 19° 36′ boréal.
J'écris, (569)

Hauteur de l'Equateur............	50° 0′
Déclinaiſon du Soleil.............	19 36
Somme. Hauteur méridienne.......	69 36
Différence & plus grand abaiſſement..	30 24

Fig. 55. Sur le cercle du chaſſis de réduction je marque (*Fig.* 55.) la hauteur méridienne en *A*, le plus grand abaiſſement en *B*, je tire *AB* & le diametre *AG* : je marque ſur les diviſions du cercle deux points *C*, *D* au-deſſus de l'Horizon *R O*, ſelon les degrés de la hauteur du centre du Soleil, corrigée comme on l'a expliqué, (ce doit être 22° 21′ complément de 67° 39′ diſtance au Zénith corrigée,) & je tire *CD* : par le point *E* de rencontre des droites *AB*, *CD*, j'éleve à *AB* une perpendiculaire *EH* juſqu'à la rencontre du diametre *AG*, je porte *FH* en *FI*; je prends avec mon compas l'ouverture de *IH* : & lorſque le point *H* eſt au-deſſus de l'Horizon *R O* comme ici, je fais avec cette ouverture deux enjambées en commençant au point *O* ſur l'Horizon, & en allant à contre-ſens des heures marquées ſur ce cercle, ſavoir, la premiere de *O* en *K*, la ſeconde de *K* en *L*. Alors prenant les degrés de ce cercle pour des minutes de temps, & eſtimant les ſecondes de temps à proportion, je vois que le point *L* répond à 5^h 7′ 15″ à très-peu près. Ce temps eſt la vraie diſtance où étoit le Soleil à l'égard du Méridien au moment de l'obſervation, laquelle s'eſt faite par conſéquent à 6^h 52′ 45″ du matin : ainſi la montre retardoit de 4′ 15″.

574. Si le point *H* s'étoit trouvé au-deſſous de l'Horizon *R O*, j'aurois porté mes deux enjambées de compas depuis *O* dans le ſens où ſont marquées les heures, & j'aurois ajouté à 6^h 0′ 0″ le temps que j'aurois embraſſé par ces deux enjambées.

575. Pour s'aſſurer de la juſteſſe avec laquelle on a réglé ſa montre, il eſt bon d'obſerver trois ou quatre hauteurs du Soleil, & de les calculer ſelon cette méthode.

VI.

VI.

Trouver l'heure qu'il est la nuit par de semblables opérations appliquées à l'observation de la hauteur d'une Etoile.

576. On pourra, par une opération semblable, déterminer l'heure vraie pendant la nuit, à l'aide d'une Etoile, par le moyen de sa hauteur observée, de sa déclinaison connue par la Table (page 1.), & de la latitude du lieu où l'observation aura été faite. Comme si le 8 Juillet 1761, étant par la latitude boréale de 32° 12', & par une longitude estimée 38° 30' à l'Ouest de Paris, on avoit observé la hauteur apparente de Regulus de 20° 14' du côté de l'Occident, au moment où une montre marquoit 7^h 32' ½ du soir. Pour avoir l'heure vraie de cette observation, il faudroit opérer de la sorte. Prenez la déclinaison de l'Etoile 13° 8' boréale, pour avoir, comme ci-dessus (573), la hauteur méridienne 70° 56', & le plus grand abaissement 44° 40': marquez l'une en *A*, l'autre en *B* (*Fig.* 55.), tirez *AB* & *AG*: corrigez la hauteur observée (507 & 509), qui deviendra 20° 7'; marquez-la aux points *C* & *D*, & posant une regle sur ces points, ou bien tirant une ligne *CD* qui représente l'almicantarat de l'Astre, vous aurez le point *E* où *AB* est coupée. Elevez *EH* perpendiculaire sur *AB*, & portez *FH* en *FI*. Prenez l'ouverture *IH*, & portez-la en deux enjambées en *L*, qui tombera sur 4^h 57' 30" à peu près. C'est la distance de l'Etoile au Méridien comptée en temps solaire, c'est-à-dire, tel que le jour est de 24 heures précises. Mais comme les Etoiles n'employent qu'environ 23^h 56' à faire leur révolution journaliere, il faut diminuer cette distance de la quantité dont le Soleil se meut ce jour-là en ascension droite dans l'espace de 4^h 57'. On trouvera donc par les Tables III, IV & V (page 5 & 6) *le surplus* 51" qu'il faut ôter, de sorte que la distance vraie de l'Etoile au Méridien est de 4^h 56' 39". Fig. 55.

P

Calculez (422) le temps vrai du paſſage de l'Etoile au Méridien du Navire que vous trouverez à $2^h\ 43'\ 33''$. Ajoutez-y la diſtance vraie de l'Etoile au Méridien, (Il faudroit l'en retrancher, ſi la hauteur de l'Etoile avoit été priſe à l'Orient:) & vous aurez $7^h\ 40'\ 12''$ pour l'heure vraie de l'obſervation de la hauteur. Ainſi la montre retarde de $7'\ 42''$.

V I I.

Réſoudre les deux Problêmes précédents par le Calcul Trigonometrique.

577. Quoique les opérations graphiques, détaillées dans les deux articles précédents, ſoient ſuſceptibles d'une préciſion plus que ſuffiſante pour les beſoins de la Navigation, cependant il eſt bon de ſe ſervir du calcul trigonométrique pour avoir encore plus d'exactitude.

La ſolution des problêmes précédents conſiſte à trouver la diſtance de l'Aſtre au Méridien. Si donc *HZR* (*Fig.* 56.) repréſente le Méridien, *P* le Pole élevé, *EQ* une portion de l'Equateur, *Z* le Zénith, *HR* l'Horizon, & *S* le lieu d'un Aſtre dans le Ciel; il eſt clair que dans le quart de cercle *ZPR*, l'arc *PR* repréſentera la hauteur du Pole ou la latitude, ſon complément *ZP* la diſtance du Pole au Zénith; & dans le quart de cercle *ZEH*, l'arc *EH* ſera la hauteur de l'Equateur, laquelle doit être égale au complément de la hauteur du Pole qui eſt *ZP*; & *EZ*, qui eſt la diſtance de l'Equateur au Zénith, doit être égal à la hauteur du Pole *PR*. Cela poſé, le quart de grand cercle *ZA*, qui va du Zénith par l'Aſtre juſqu'à l'Horizon, ſera un vertical (384) dont la partie *SA* marquera la hauteur de l'Aſtre *S* ſur l'Horizon, & le complément *SZ* ſa diſtance au Zénith. Le quart de grand cercle *PSD*, tiré du Pole par l'Aſtre *S* juſques à l'Equateur, eſt une portion de cercle de déclinaiſon, ſon arc *DS* marque la déclinaiſon de l'Aſtre, & le complément *SP* eſt la diſtance de l'Aſtre au Pole. De ſorte qu'en conſidérant le triangle ſphérique *ZPS*, on voit aiſément, 1°, Que l'angle *ZPS* formé au Pole, & qui meſure l'arc *ED* de l'Equateur, ou l'arc *LS* du parallele de l'Aſtre, exprime la diſtance de l'Aſtre au Méridien : 2°, Que l'angle *PZS*, formé au Zénith, eſt le ſupplément de l'angle *SZE* qui meſure l'arc *HA* de l'Horizon, lequel arc *HA* eſt l'azimut de l'Aſtre (386). Nous n'examinons point l'angle *ZSP*, qu'on appelle l'*angle de poſition*, ou l'*angle du vertical avec le cercle de déclinaiſon*, quoiqu'il ſoit fort utile dans pluſieurs calculs aſtronomiques. En réſumant tout ce qu'on vient de dire, on voit que le triangle ſphérique *SZP* contient cinq choſes d'uſage dans la Navigation, ſavoir le côté *ZP* le complément de la latitude, le côté *PS* le complément de la déclinaiſon de l'Aſtre, le côté *ZS* ſa

diſtance au Zénith, l'angle ZPS ſa diſtance au Méridien, & l'angle PZS le ſupplément de ſon azimut; & par conſéquent trois de ces cinq choſes étant données, on peut calculer celle des deux autres qu'on voudra par la regle de la trigonométrie ſphérique.

578. Après cette expoſition générale, nous trouverons facilement le cas que nous avons à réſoudre; ſavoir, étant données la diſtance d'un Aſtre au Zénith, ſa déclinaiſon, & la hauteur du Pole, trouver ſa diſtance au Méridien, puiſque c'eſt chercher l'angle ZPS par les trois côtés connus. La regle générale du calcul néceſſaire pour cela eſt au n°. 160. On peut la réduire à cette regle particuliere, que nous appliquerons à l'Exemple de l'article précédent, où l'on ſuppoſe la latitude boréale de 32° 12', la diſtance de Regulus au Zénith, obſervée & corrigée, 69° 53', & ſa déclinaiſon 13° 8' boréale.

579. *Pour avoir la diſtance d'un Aſtre au Méridien par le moyen de ſa hauteur obſervée, de ſa déclinaiſon connue & de la hauteur du Pole, écrivez d'abord, comme dans la Figure ci-contre, la diſtance vraie de l'Aſtre au Zénith; écrivez au-deſſous le complément de la hauteur du Pole, & à côté ſon logarithme de ſinus; écrivez encore au-deſſous le complément de la déclinaiſon de l'Aſtre, & à côté ſon logarithme de ſinus.* (Or il faut bien remarquer que lorſque la déclinaiſon de l'Aſtre n'eſt pas du même côté de l'Equateur que le Pole élevé, le complément de ſa déclinaiſon n'eſt pas égal à 90 deg. moins la déclinaiſon, mais à 90 degrés plus la déclinaiſon, comme ſi la déclinaiſon de l'Etoile eût été auſtrale, le complément qu'on eût dû employer dans ce calcul eût été 103° 8'.)

		Log. Sinus.
Diſt. vraie Et. au Zén.	69° 53'	
Complém. Latitude. . .	57 48 . . .	9.92747
Complém. Déclin. Et.	76 52 . . .	9.98849
Somme	204 33	19.91596
Moitié.	102 16½	
Premier Excès.	44 28½. . .	9.84546
Second Excès	25 24½. . .	9.63252
		20.
Somme des Sinus des Excès		39.47798
Somme des Sinus des Complém. . .		19.91596
Reſte		19.56202
Moitié		9.78101
C'eſt le Log. Sinus de		37° 9'¼
Dont le double		74 18½
Eſt la diſtance au Méridien requiſe.		

Ajoutez les deux logarithmes de ſinus. Ajoutez enſemble les trois arcs, prenez la moitié de leur ſomme : de cette moitié ôtez d'abord le complément de la latitude, & à côté de ce premier excès mettez ſon logarithme de ſinus. De cette même moitié ôtez le complément de la déclinaiſon, & à côté de ce ſecond excès écrivez le logarithme de ſon ſinus. Ajoutez enſemble ces logarithmes de ſinus des excès avec la caractériſtique 20, (qu'on peut ajouter, ſans l'écrire expreſſément, comme nous avons fait ici.) *De cette ſomme, ôtez la ſomme des logarithmes de ſinus des compléments de la latitude & de la déclinaiſon ; prenez la moitié du reſte, ce ſera le logarithme de ſinus d'un arc, qu'il faut chercher dans les Tables, puis*

le doubler, & l'on a enfin l'arc de la diſtance de l'Aſtre au Méridien que l'on cherche. Le réſultat de ce calcul donne ici 74° 18′ $\frac{1}{2}$ qu'il faut convertir en temps, ce qui donne 4h 57′ 14″.

VIII.

Réflexions ſur la méthode de trouver l'heure en Mer par l'obſervation de la hauteur des Aſtres.

580. Cette méthode eſt ſans contredit la meilleure & la plus ſimple qu'on puiſſe employer ſur Mer; il ſeroit même très-utile que l'uſage de régler tous les jours les montres, dont les Officiers ſont munis, s'introduisît dans la Marine, afin de ne pas manquer les occaſions de faire quelque obſervation utile, & de s'entretenir dans l'exercice des obſervations & des calculs. Mais pour avoir des réſultats exacts, il faut, 1°, Que lorſqu'on obſerve l'Aſtre, ſon mouvement en hauteur ſoit fort ſenſible, c'eſt-à-dire, qu'il s'éleve ou s'abaiſſe au moins de 3 ou 4 minutes de degrés à chaque minute de temps; il faut donc pour cela que, ſi le Navire eſt hors des Tropiques, l'Aſtre ſoit au moins éloigné de deux heures du Méridien, & que ſa déclinaiſon n'excede pas 60 degrés. Si le Navire eſt en dedans des Tropiques, on peut obſerver l'Aſtre un peu plus près du Méridien, ſurtout s'il a peu de déclinaiſon; mais alors ſa grande hauteur en rend l'obſervation difficile, à moins que ce ne ſoit le Soleil. En général, plus l'Aſtre eſt éloigné du Méridien & voiſin du premier vertical, plus l'obſervation de ſa hauteur eſt propre à faire trouver le temps vrai avec préciſion.

581. 2°. Il faut que l'Aſtre ne ſoit pas auſſi trop près de l'Horizon, parce que la réfraction aſtronomique n'y eſt pas toujours la même, & qu'elle y eſt fort incertaine; on peut obſerver les Aſtres à cinq ou ſix degrés de hauteur & au-deſſus.

582. 3°. Il faut faire une réduction exacte de la route faite Nord & Sud par le Navire depuis le moment qu'on a eu une latitude exacte, juſques à celui où l'on a obſervé la

hauteur de l'Aſtre, afin d'avoir, avec le plus de préciſion qu'il eſt poſſible, la hauteur du Pole qui entre dans le calcul. On enſeignera dans le Livre V (Chap. I. Art. II.) la méthode propre à faire cette réduction.

I X.

Méthode de régler les Montres ou Horloges, qui marquent les heures & les minutes, par des hauteurs égales du Soleil priſes le matin & le ſoir.

583. Voici un autre moyen, qu'on trouvera peut-être plus ſimple, de régler les horloges ou montres, ou de connoître leur état. Le matin, lorſque le Soleil eſt à peu près à une hauteur moyenne entre l'Horizon & le Méridien, il faut en obſerver une hauteur, & marquer l'inſtant de l'obſervation. Le ſoir, ayant fixé l'alidade du quartier de réflection ſur le point précis qu'elle marquoit lorſque la hauteur du matin a été obſervée, on attendra que le Soleil arrive à cette même hauteur, & on marquera à la même montre l'inſtant de cette ſeconde obſervation. Il n'importe gueres de combien ſont ces hauteurs, pourvu qu'elles ſoient égales; en prenant le milieu entre les deux inſtants, on aura l'heure que marquoit l'horloge lorſqu'il étoit midi.

584. Suppoſé qu'il fût $9^h\ 45'$ à la montre, lorſqu'on a obſervé la hauteur du Soleil le matin, & qu'il fût $2^h\ 23'$, le ſoir dans l'inſtant qu'on a trouvé l'Aſtre à la même hauteur du côté de l'Occident, on conſiderera que $2^h\ 23'$ du ſoir eſt la même choſe que $14^h\ 23'$, comptées depuis minuit. On ajoutera ce dernier nombre avec $9^h\ 45'$ du matin; il viendra $24^h\ 8'$, & prenant la moitié de la ſomme, on aura $12^h\ 4'$ pour l'heure que marquoit la montre à midi.

585. On fera la même choſe le lendemain, en prenant, le matin & le ſoir, des hauteurs égales entre elles, plus grandes ou plus petites, ſi l'on veut, que celles du jour précédent : & ſi on trouve que la montre marque également $12^h\ 4'$ à midi, on en conclura qu'elle a ſuivi exactement le mouvement du Soleil à l'égard de l'Obſervateur, mais qu'elle avance de 4 minutes. Si au lieu de trouver $12^h\ 4'$, on trouvoit $12^h\ 7'$, la révolution de l'horloge ne s'accorderoit pas avec le retour des midis, il faudroit regarder les 3 minutes, dont elle avanceroit de plus, comme un excès ſurvenu dans le cours des 24 heures; ce qui donneroit une minute & demie en 12 heures, & le reſte à proportion. Il ſeroit bon d'avoir égard aux ſecondes dans les calculs, afin de voir les quantités qu'elles produiſent à la fin de tout. Suppoſé que la montre dont on ſe ſervît ne marquât pas les ſecondes, on les eſtimeroit à peu

près, en partageant à la vue l'eſpace de la minute en 60 parties égales, ou bien en 10 ſeulement, ſi on veut employer des décimales.

586. Pour plus de ſûreté dans les mouvements de la montre, il faut la laiſſer ſuſpendue librement à quelque plancher du Navire, de ſorte qu'elle ne frotte contre aucune paroi, ni qu'elle choque aucun corps. Il faut auſſi ne ſe pas contenter de prendre le matin & le ſoir une même hauteur; mais il en faut prendre pluſieurs, tant afin qu'elles ſervent de confirmation les unes aux autres, qu'afin que ſi quelque nuage ou quelque accident empêchoit le ſoir de reprendre une de ces hauteurs, on puiſſe avoir recours à l'obſervation de quelque autre.

587. La méthode précédente, qu'on appelle *la méthode des hauteurs correſpondantes*, n'auroit beſoin d'aucune correction, ſi le Soleil, lorſqu'il revient à ſa même hauteur le ſoir, avoit préciſément la même déclinaiſon que le matin, & ſi le Navire n'a pas fait, dans l'intervalle, de chemin Nord ou Sud. Mais le mouvement particulier du Soleil lui faiſant changer ſa déclinaiſon à chaque moment, & le mouvement du Navire en latitude, font que les circonſtances ne ſe trouvent plus les mêmes vers l'Occident que vers l'Orient. Il faut donc y avoir égard, & pour cela voici le meilleur parti. On calculera la déclinaiſon du Soleil pour le temps où les hauteurs auront été priſes le matin, & avec la hauteur du Pole eſtimée ou réduite à ce même temps, on cherchera la diſtance du Soleil au Méridien, comme on a vu ci-deſſus (579), on l'ajoutera à l'heure de l'obſervation du matin, la ſomme s'appellera *le midi par l'obſervation du matin.* On calculera enſuite la déclinaiſon du Soleil pour le temps des hauteurs priſes après midi : on fera la réduction de la route du Navire faite Nord & Sud, ou la différence de latitude dans l'intervalle des obſervations du matin & du ſoir, on l'appliquera à la hauteur du Pole employée dans le calcul précédent. On fera un nouveau calcul du triangle ſphérique pour avoir la diſtance du Soleil au Méridien, qu'on retranchera de l'heure de l'obſervation du ſoir, (augmentée de 12 heures pour la commodité du calcul,) le reſte s'appellera *le midi par l'obſervation du ſoir.* On prendra enfin un milieu entre ces deux midis, (c'eſt la moitié de leur ſomme,) & l'on aura l'inſtant précis marqué par la montre lorſqu'il étoit midi véritablement.

588. Suppoſons, par exemple, qu'étant par 38° 12′ de latitude boréale, & par 41° de longitude eſtimée à l'Oueſt de Paris, j'aie obſervé le 17 Avril 1766 la hauteur du Soleil de 33° 20′, lorſque ma montre marquoit $8^h\ 23'\frac{1}{3}$, & que le ſoir après avoir fait 39 minutes en latitude vers le Sud, ſelon la réduction faite de la route du Navire, j'aie trouvé que le Soleil eſt revenu à la même hauteur, lorſque ma montre marquoit $3^h\ 46'\frac{1}{4}$; voici comme je trouve le midi vrai à ma montre.

A $8^h\ 23'$ il eſt $11^h\ 7'$ à Paris, ou le 16 Avril à $23^h\ 7'$ en temps aſtronomique : à $3^h\ 44'$ il eſt $6^h\ 28'$ à Paris. Les déclinaiſons du Soleil pour le 16 Avril à $23^h\ 7'$, & pour le 17 à $6^h\ 28'$ ſont 10° 34′,5 boréale & 10° 41′,1. Suppoſant donc 38° 12′ de latitude, 10° 34′$\frac{1}{2}$ de décli-

naiſon, & 33° 20′ de hauteur, je trouve que la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3^h 42′ 34″; je les ajoute à 8^h 23′ 20″ temps de l'obſervation du matin, & j'ai 12^h 5′ 54″ *midi par obſervation du matin.* Suppoſant enſuite 39 minutes de moins en latitude, & 6′ ½ de plus en déclinaiſon; c'eſt-à-dire, ſuppoſant 37° 33′ de latitude, 10° 41′ de déclinaiſon, & 33° 20′ de hauteur, je trouve par le calcul que la diſtance du Soleil au Méridien eſt de 3^h 43′ 42″, je l'ôte de 15^h 46′ 15″ temps de l'obſervation du ſoir, & j'ai 12^h 2′ 33″ pour le *midi par obſervation du ſoir* : le milieu entre ces midis eſt 12^h 4′ 13″. C'eſt l'inſtant marqué par la montre au moment du vrai midi.

589. Dans tout ce calcul, il n'eſt pas néceſſaire d'avoir ni les hauteurs abſolues du Soleil, ni la latitude abſolument exacte, ni la déclinaiſon préciſe du Soleil, il faut ſeulement que les deux hauteurs ſoient bien égales, & que les différences des hauteurs de Pole & de déclinaiſon du Soleil ſoient bien gardées, dans les parties des deux triangles qu'on calcule.

CHAPITRE VII.

Différentes Méthodes pour déterminer par obſervation la variation du Compas.

I. MÉTHODE.

Par la Table des Amplitudes.

590. NOUS avons vu dans le ſecond Livre combien il étoit important, pour déterminer la variation de l'aiman, de connoître la *vraie amplitude* d'un Aſtre qui eſt à l'Horizon, ou la diſtance à laquelle il ſe trouve alors du vrai point de l'Orient ou de l'Occident. Nous expliquerons ici trois manieres de la trouver. La premiere ſera à l'aide d'une Table calculée exprès (voy. page 17 & ſuiv.) à la fin de ce Traité. Pour en faire uſage, il ſuffira qu'on connoiſſe la hauteur polaire & la déclinaiſon de l'Aſtre. Si on eſt, par exemple, par 58 deg. de latitude, & qu'un Aſtre ait 22 deg. de déclinaiſon, on verra dans cette Table que l'amplitude eſt de 44° 59′. L'amplitude eſt toujours du même côté que

la déclinaiſon. Ainſi, par rapport à ceux qui ſont au Nord de la Ligne, elle eſt Nord pour le Soleil depuis le 20 Mars jusqu'au 22 Septembre, & Sud depuis le 22 Septembre jusqu'au 20 Mars.

591. On doit remarquer outre cela que l'amplitude qu'on trouve dans la Table ne convient pas à l'inſtant auquel le Soleil, à ſon lever ou à ſon coucher, paroît comme à demi-coupé par l'Horizon : l'Aſtre eſt alors réellement trop bas, tant par l'inclinaiſon de l'Horizon de la Mer, que par l'effet de la réfraction (508) qui courbe les rayons de lumiere. L'amplitude, tant ortive qu'occaſe, que donne la Table, eſt celle qu'a le Soleil, lorſque ſon centre paroît élevé au-deſſus de l'Horizon d'un peu plus de ſon diametre. C'eſt alors que ſon centre eſt effectivement dans l'Horizon, & c'eſt donc dans ce même temps précis qu'il eſt à propos de l'obſerver avec le compas de route, pour voir ſi l'amplitude marquée ſur ce compas convient avec la vraie amplitude, qui eſt donnée par le calcul, & pour en prendre la différence, qui eſt *la variation*.

II. MÉTHODE.

Trouver l'Amplitude par le Calcul Trigonométrique.

592. Si l'on veut trouver l'amplitude par le calcul, il ſuffit de faire cette proportion : *Le ſinus complément de la hauteur du Pole eſt au ſinus de la déclinaiſon, comme le ſinus total eſt au ſinus de l'amplitude ;* car reprenant la *Figure* 53, il eſt aiſé de voir que l'amplitude de l'Aſtre qui ſe couche en *F* eſt l'arc *CF* qui eſt l'hypothénuſe du triangle ſphérique *CFK* rectangle en *K*, & dans lequel *FK* eſt la déclinaiſon de l'Aſtre, l'angle *KCF* eſt le complément de la latitude, comme on l'a fait voir ci-deſſus (577), d'où il eſt aiſé de tirer la proportion précédente par la Trigonométrie ſphérique (145. 41.)

III. METHODE.

Trouver l'Amplitude par le Chaſſis de réduction.

593. En tirant ſur le cercle du chaſſis de réduction la

droite *A B* (*Fig.* 54.), comme il a été dit N° 569, on trouvera l'amplitude de l'Aſtre par les diviſions du diametre qui repréſente l'Horizon, & qui ſont compriſes entre le point *E* & le centre *F*. Fig. 54.

594. Si l'on veut avoir l'amplitude apparente du Soleil au moment où ſon centre paroît ſur l'Horizon de la Mer, on fera paſſer au-deſſous de l'Horizon du chaſſis une parallele qui en ſoit éloignée de 36 à 37 minutes priſes ſur les diviſions du cercle. Cette ligne repréſentera l'almicantarat céleſte où ſe trouve le Soleil au moment de ſon lever ou coucher apparent : par le point où la droite *A B* coupe cet almicantarat, abaiſſez une perpendiculaire ſur l'Horizon *O R*, elle y déterminera l'amplitude, ou plutôt l'azimut du Soleil au moment de ſon paſſage apparent par l'Horizon de la Mer. On pourra faire la même opération pour 52 minutes d'abaiſſement du centre du Soleil, ou pour toute autre poſition voiſine de l'Horizon.

I V.

Trouver l'inſtant auquel un Aſtre répond au vrai point d'Eſt ou d'Oueſt, afin de pouvoir en faire le relevement à la Bouſſole, & déterminer par-là la variation ſans calcul.

595. Cette méthode d'obſerver la variation eſt fort exacte, lorſque l'Aſtre ne paſſe pas à une grande hauteur au-deſſus du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt. Elle eſt applicable aux Etoiles & aux Planetes dont on connoît la déclinaiſon, & fort pratiquable dans les crépuſcules. Elle n'eſt poſſible que lorſque l'Aſtre a une déclinaiſon de même côté que le Pole élevé ; car il n'y a que ces ſortes d'Aſtres qui puiſſent ſe lever & ſe coucher au-delà du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt, & qui par conſéquent paſſent directement au-deſſus de ce point peu après qu'ils ſont levés, ou avant qu'ils ſe couchent. Or comme il arrive ſouvent que le Soleil eſt caché

par des nuages à l'Horizon, & que d'ailleurs les vapeu
de l'Horizon empêchent qu'on ne voie les Etoiles à le
lever ou à leur coucher, il ſera très-utile de faire relever
avec un bon compas de variation, le Soleil ou les Etoile
lorſqu'elles paſſeront dans le premier vertical, ou au-deſſu
du vrai point d'Eſt ou d'Oueſt.

596. Pour trouver le moment auquel un Aſtre paſſe a
vrai point d'Eſt ou d'Oueſt, avec le complément de l
hauteur du Pole, (employée comme ſi c'étoit une latitude,
& avec la déclinaiſon de l'Aſtre, cherchez l'amplitude cor-
reſpondante dans la Table des amplitudes. Elle exprimera
la hauteur vraie à laquelle l'Aſtre ſe trouvera à ce moment
Si donc à l'aide d'un quartier de réflection on marque le
moment auquel l'Aſtre aura atteint cette hauteur, on aura
la variation directement & ſans calcul, par le degré de la
roſe du compas auquel ſon relevement répondra dans ce
même moment.

597. EXEMPLE. On eſt par 56 deg. de latitude Nord,
& la déclinaiſon du Soleil, ou de tout autre Aſtre, eſt de
21 degrés boréale. On demande à quelle hauteur on doit
relever l'Aſtre, lorſqu'il eſt préciſément au-deſſus du vrai
point de l'Eſt ou de l'Oueſt? Avec 34 deg. complément
de 56, & avec 21 deg. de déclinaiſon, je trouve 25° 37'
dans la Table des amplitudes. Il me faut donc attendre le
moment auquel l'Aſtre aura atteint 25° 37' de hauteur,
pour en faire le relevement, qui donnera directement la va-
riation du compas.

598. Si on ne veut pas ſe ſervir de la Table des amplitudes, ou ſi elle n'eſt pas aſſez étendue, on trouvera la hauteur qu'a l'Aſtre, lorſqu'il eſt parvenu dans le premier vertical, en faiſant cette analogie : *Le ſinus de la latitude eſt au ſinus de la déclinaiſon, comme le ſinus total eſt au ſinus de la hauteur requiſe.* Car dans le triangle *DSA*
Fig. 57. (*Fig.* 57.) rectangle en *D*, la déclinaiſon de l'Aſtre eſt *SD*, ſa hauteur dans le premier vertical eſt *SA*, & l'angle *SAD*, meſuré par l'arc *EZ*, eſt égal à la hauteur du Pole. (Voyez N° 145. 41.)



V.

Trouver la variation par l'azimut d'un Aſtre, dont on connoît la déclinaiſon & la hauteur.

599. Si, lorſqu'on ſe trouve dans le cas d'avoir grand ſoin de connoître la variation, on n'a pu obſerver le leil, ou tout autre Aſtre d'une déclinaiſon connue, ni ns le moment précis de ſon lever ou de ſon coucher, ni dans lui de ſon paſſage par le premier vertical, on pourra ſe ſervir ec beaucoup d'avantage de l'azimut de cet Aſtre, qu'on éterminera de la maniere ſuivante; laquelle ſera d'autant us ſûre, que l'Aſtre ſera moins élevé au-deſſus de l'Horion, parce que les opérations faites avec un compas de vaation ne ſont ſuſceptibles d'exactitude que lorſque l'objet u'on releve a peu de hauteur.

Un Obſervateur tenant un Quartier de réflection, ou un on Quart de nonante, ſe mettra en état de prendre la hauteur u Soleil au moment qu'on l'avertira que l'on en prend un levement exact du centre. Pour plus de ſûreté, il répétera eux ou trois fois cette opération concertée; enſuite il ne lui eſtera plus qu'à faire le calcul de l'azimut de l'Aſtre, pour le omparer à celui que la Bouſſole aura indiqué, afin que leur ifférence donne la variation.

600. *Premiere maniere de déterminer l'azimut par le Chaſſis de réduction.* Après avoir marqué ſur le cercle du haſſis, comme on l'a détaillé N° 569, la hauteur méridienne le l'Aſtre en *A* (*Figure* 52.), ſon plus grand abaiſſement en *B*; tiré le parallele *AB*, le diametre *AG*, & l'almicantarat *CD*, ſelon les hauteurs obſervées & corrigées, on aura le point *E* de ſon interſection avec le parallele. De ce point *E* on abaiſſera ſur l'Horizon *HR* une perpendiculaire *EM*. Du centre *F* tirez un rayon vers l'une ou vers l'autre extrémité de l'almicantarat *CD*, ſelon le côté où tombera *EM*, enſorte que ce rayon coupe cette perpendiculaire en *N*. Fig. 52.

Prenez avec le compas l'intervalle *FN*, & portez-le d[u] même côté sur l'Horizon de *F* en *P*, & le point *P* marque[ra] sur les divisions de l'Horizon l'azimut de l'Astre, qu'il suff[it] de connoître à $\frac{1}{8}$ de degré près, précision que ces division[s] donnent facilement.

601. *Seconde maniere. Par le calcul trigonométrique.* Nous avon[s] déja expliqué les fondements de cette méthode au N° 577. D'où [il] Fig. 56. résulte qu'il ne s'agit que de trouver l'angle *PZS* (*Fig.* 56.) par l[e] moyen des trois côtés connus, *ZS* distance au Zénith, *PS* complé[-] ment de la déclinaison, & *PZ* complément de la latitude du Navire. Or le calcul s'en fait précisément de même que celui qui est détaill[é] dans le N° 579, en mettant le complément de la déclinaison à la plac[e] de la distance au Zénith : de sorte qu'il suffira de rapporter ici e[n] nombres l'exemple de la supposition de ce même N° 579, pour trou-ver l'angle *PZS*.

Complément de la déclinaison,	76° 52′	
Complément de la latitude. . .	57 48 . . .	9.92747
Distance vraie au Zénith. . . .	69 53 . . .	9.97266
Somme	204 33 . .	19.90013
Moitié.	102 16½	
Premier excès.	44 28½ . .	9.84546
Second excès	32 23½ . .	9.72892
Somme des Log. Sinus des excès		39.57438
Somme des deux autres Log. Sinus.		19.90013
Reste.		19.67425
Moitié		9.83712½
C'est le Log. Sinus de		43° 25′
Dont le double		86 50

Est l'angle *SZP* qui mesure l'azimut *RA*, compté depuis le plus proche Méridien, comme on a coutume de le faire, & son complément 3° 10′ est l'azimut *QA* compté depuis le point d'Est ou d'Ouest.

V I.

Maniere de rectifier l'usage des amplitudes, & de simplifier celui des azimuts pour déterminer la variation.

602. Le temps où le Soleil se couche réellement, & que nous avons dit être celui où son centre paroît au-dessus

l'Horizon de la Mer d'un peu plus que ſon diametre, & re celui pour lequel les amplitudes ſont calculées; & le mps où un Aſtre paſſe par le premier vertical, & où par nſéquent il ſe trouve dans le vrai Eſt ou le vrai Oueſt; s temps, dis-je, fort courts, ſont des inſtants pendant ſquels il faut ſaiſir l'Aſtre, ſans quoi les calculs, qui ſont ndés uniquement ſur des éléments qui dépendent de ces ſtants, deviennent faux. Il eſt vrai que *lorſque le Navire entre les Tropiques, on peut relever un Aſtre à un de-é ou deux au-deſſus de l'Horizon de la Mer, & employer, ns craindre d'erreur, la Table des Amplitudes, pour en con-ure la variation;* parce qu'entre les Tropiques les Aſtres rivent à l'Horizon preſque perpendiculairement, & ır conſéquent ne changent pas ſenſiblement d'ampli-ıde. Mais dans les autres parages, ſi, ayant relevé l'Aſtre us haut ou plus bas que n'eſt l'Horizon réel, lequel paroît t 35 à 36 minutes au-deſſus de celui de la Mer, on ſe ervoit de la Table des amplitudes pour déterminer la va-ation, on commettroit des erreurs d'autant plus conſidé-ıbles qu'on auroit plus de latitude.

603. Or il eſt certain, par expérience, que mille circon-ances empêchent ſouvent de relever à la Bouſſole un Aſtre ans un inſtant marqué, & par conſéquent on peut dire que ı méthode de déterminer la variation par le moyen des mplitudes ou du premier vertical, demande beaucoup d'at-entions dans les Mers où l'on a beaucoup de latitude: 'autant plus que la réfraction, qui eſt très-irréguliere à Horizon dans ces climats, défigure tellement le Soleil, u'il eſt difficile d'eſtimer quand il ſe trouve à la hauteur pparente qui eſt requiſe pour en faire le relevement.

604. Il ſuit de-là que dans les cas où l'on voit l'Hori-ꝫon bordé d'un nuage noir fixe, & dans ceux où les Aſtres 'approchent de l'Horizon fort obliquement, pour avoir la variation avec quelque préciſion, il faut avoir recours à la néthode des azimuts, en répétant les obſervations un cer-ain nombre de fois, afin de prendre un milieu entre toutes es déterminations qui en réſulteront.

605. Nous propoſerons ici une Table qui abrégera l calculs d'azimut, & qui rectifiera l'uſage de la Table d amplitudes, lorſqu'on aura obſervé la hauteur d'un Aſt près de l'Horizon, ou lorſqu'on aura relevé le milieu d l'endroit où les deux bords du Soleil auront paru le tou cher, ſoit en ſe levant, ſoit en ſe couchant. Cette Tab (voy. pag. 20 & 21 du Recueil des Tables propres à la Na vigation.) fait connoître la quantité dont l'azimut varie prè de l'Horizon à meſure que la hauteur de l'Aſtre varie d'u degré. Quelques Exemples en faciliteront l'uſage, & feron voir à quelle erreur on s'expoſe en employant les amplitude telles que la Table les donne, dans toutes les obſervations d variation qu'on fait près de l'Horizon de la Mer.

V I I.

Exemples pour l'uſage des Amplitudes & des Azimuts relatifs à la détermination de la variation du Compas.

606. EXEMPLE I. Etant par la latitude 54 deg. Nord, & le Soleil ayant 17° 48′ de déclinaiſon Nord, le point où ſon bord ſupérieur a diſparu ſous l'Horizon de la Mer, répond à l'$O\frac{1}{4}NO$ 1° *N* de la Bouſſole, on demande la variation.

Je cherche d'abord dans la Table (page 19) l'amplitude qui convient à 54 degrés de latitude & à 17° 48′ de décli-naiſon, je la trouve de 31° 20′, laquelle eſt vers le Nord puiſque l'amplitude eſt toujours de même côté que la décli-naiſon. Or le bord ſupérieur du Soleil quittant l'Horizon de la Mer, ſon centre eſt 16 min. au-deſſous: l'Horizon de la Mer eſt lui-même 36 à 37 min. au-deſſous de l'Horizon céleſte, par conſéquent le centre du Soleil étoit au moins 52 min. au-deſſous de l'Horizon réel, lorſqu'on a fait le relevement de ſon bord ſupérieur, lequel relevement doit être le même que celui de ſon centre, puiſque le centre du Soleil eſt perpendiculairement au-deſſous du point de ſon bord qui quitte l'Horizon. Je vais donc conſulter la Table

page 20), & je trouve, ſans trop m'arrêter aux parties roportionnelles, que pour 54 degrés de latitude, & pour 1° 20′ d'amplitude, le mouvement azimutal du Soleil, ui répond à un deg. de mouvement en hauteur, eſt 1° 36′: onc à proportion pour 52 min. on aura environ 1° 24′ dont e Soleil eſt plus avancé vers le Nord qu'il n'eſt marqué par 'amplitude, donc l'azimut du Soleil étoit réellement de 2° 44′ de l'Oueſt vers le Nord lorſqu'on a relevé ſon ord, & qu'on l'a trouvé à l'$O\frac{1}{4}NO$ 1° N, c'eſt-à-dire, à 2° 15′ de l'Oueſt vers le Nord de la Bouſſole : donc la ariation de la Bouſſole eſt 20° 29′, ou en nombres ronds, o degrés & demi ; & comme elle fait paroître les objets noins Oueſt, il ſuit que cette variation eſt NO.

607. EXEMPLE II. Etant par 42° 30′ de latitude Sud, & le Soleil ayant 22° 12′ de déclinaiſon Nord, ſon centre aroiſſant le matin à l'Horizon de la Mer, a été relevé à 6 degrés & demi de l'Eſt vers le Nord de la Bouſſole.

Selon la Table des amplitudes, celle du Soleil qui convient à ſa déclinaiſon eſt 30° 50′ à très-peu près, laquelle doit être de l'Eſt vers le Nord : or lorſque le centre du Soleil paroît à l'Horizon de la Mer, il eſt réellement 36 min. au-deſſous de l'Horizon céleſte pour lequel les amplitudes ont été calculées. Mais ſelon la Table (page 20) le Soleil fait 1° 5′ en azimut tandis qu'il fait 1° 0′ en hauteur; donc à proportion, lorſqu'il eſt 36 min. au-deſſous de l'Horizon réel, il a 39 min. à faire en azimut pour atteindre ſon amplitude, & par conſéquent ſon azimut eſt 31° 29′ de l'Eſt vers le Nord : donc la variation eſt 5° 1′, ou, en nombres ronds, 5 deg. dont la Bouſſole fait paroître les objets moins Eſt qu'ils ne ſont, donc elle décline du Nord à l'Eſt.

608. EXEMPLE III. Etant par la latitude de 48 deg. Nord, & *Syrius*, vers ſon coucher, étant élevé de 1° 48′ au-deſſus de l'Horizon de la Mer, on l'a trouvé préciſément à l'OSO de la Bouſſole. On demande la variation.

La déclinaiſon de Syrius eſt 16° 24′ S, & par conſéquent ſon amplitude occaſe eſt 24° 57′ de l'O au S. Or 1° 48′ au-deſſus de la Mer, c'eſt réellement 1° 22′ au-deſſus de

l'Horizon céleſte, ce qu'on trouve en ôtant 22 minutes d réfraction, & 4 pour l'inclinaiſon de la Mer. Selon la Tabl (page 20) Syrius fait 1° 14′ en azimut, tandis qu'il en fai 1° 0′ en hauteur, donc à proportion il doit faire 1° 40′ e azimut pour deſcendre de 1° 22′, & pour parvenir à ſo amplitude 24° 57′ : donc au moment de l'obſervation i avoit 26° 37′ d'azimut, compté de l'Oueſt vers le Sud Donc la variation eſt 4° 7′ *N O*, puiſque la Bouſſole a fai paroître l'Etoile moins Oueſt.

VIII.

Méthode pour trouver la variation, lorſqu'on eſt à Terre, par le moyen d'une ligne méridienne.

609. La meilleure maniere de trouver la variation lorſqu'on eſt à terre, c'eſt de tirer une ligne méridienne ſur une pierre unie, ou ſur un carreau de terre cuite, ou ſur une table ſolide, pourvu qu'elle ne ſoit pas clouée de fer, pour y appliquer enſuite la boîte de la Bouſſole.

610. Pour tirer une ligne méridienne, il faut faire enſorte que la pierre ſoit de niveau, ce qu'on reconnoît en y verſant de l'eau doucement, & en remarquant ſi elle s'étend en rond ſans couler ni d'un côté ni d'autre. On attache une
Fig. 59. petite plaque de métal *A* (*Fig.* 59.), de cuivre ou de fer blanc à une verge de fer *AB* qu'on puiſſe ficher ſolidement par un bout *B*, enſorte que la plaque *A* ne puiſſe être ébranlée que par un choc rude. Cette plaque doit être diſpoſée à peu près de niveau, & avoir un très-petit trou rond vers le milieu, à la diſtance d'environ 12 ou 15 pouces au-deſſus de la pierre. On prendra un fil de fer ou de laiton, ou un petit morceau de bois dur un peu plus long que n'eſt la hauteur du trou au-deſſus du plan, on l'aiguiſera en pointe fine par les deux bouts, on poſera une de ces pointes au centre du trou, enſorte qu'elle le bouche ſans effort, on portera l'autre pointe ſur le plan en trois points différents,

&

& disposés en triangle à peu près équilatéral comme *D*, *E*, *F*, qu'on marquera soigneusement, ensorte qu'on soit bien assuré que la distance de chacun de ces trois points au centre du trou est parfaitement égale. Alors on placera la pointe d'un compas en un de ces points, comme *D*, puis avec une ouverture arbitraire, on décrira de petits arcs de part & d'autre vers *G* & *I*. On portera une pointe sur *E*, & avec la même ouverture on décrira de petits arcs, qui coupent les deux précédents en *I* & en *G* : par les deux intersections on tirera la ligne *GI*. On décrira de même une ligne *KH* par des intersections d'arcs de rayon égal décrits des points *D* & *F*; & ces deux droites *GI*, *KH*, prolongées, s'il est nécessaire, donneront par leur intersection un point *C*, qui sera dans l'à plomb du trou de la plaque. Tout cela doit être prêt sur les neuf heures du matin, ayant eu grand soin que la plaque ne soit en aucune façon ébranlée pendant toutes ces opérations & pendant les suivantes. Sur les neuf heures ou neuf heures & demie, on tracera sur le plan, avec une pointe fine, le contour de la petite image lumineuse qui passera par le trou de la plaque, & qui se peindra en *L* au milieu de l'ombre de la plaque. On mettra ensuite la pointe du compas en *C*, & l'autre pointe au centre de la petite figure ainsi dessinée; on décrira un arc de cercle *LMN*. Si le compas n'étoit pas assez grand, on attacheroit des pointes fines à une regle de bois pour tracer cet arc. Alors on attendra, sur les deux heures & demie ou trois heures, que l'ombre de la plaque étant revenue vers cet arc en *N*, le centre de l'image lumineuse soit précisément dessus. On y marquera un point *N*; il ne restera plus qu'à y prendre un point *M* précisément au milieu entre *N* & *L*, & tirer par *C* la droite *CM* qui sera la méridienne.

611. Pour plus de sûreté, on peut prendre le matin trois ou quatre points comme *L*, décrire du centre *C* des arcs qui y passent, & y marquer après midi les points correspondants comme *N*, pour voir si le point du milieu donnera la même méridienne.

612. Alors on prendra un compas de route, & on

placera ſucceſſivement les quatre faces de ſa boîte le long de cette méridienne, en marquant à chaque fois de combien la déclinaiſon paroît être. On prendra une déclinaiſon moyenne, qui ſera la vraie, quand même la boîte ne ſeroit pas parfaitement quarrée comme elle doit l'être.

CHAPITRE VIII.

Différentes méthodes de trouver la Longitude en Mer.

I.

Trouver la Longitude en Mer par la variation de la Bouſſole.

613. M. HALLEY, célebre Aſtronome Anglois, ayant recueilli un très-grand nombre d'obſervations ſur les déclinaiſons de la Bouſſole, il lui vint en penſée de les repréſenter toutes enſemble ſur une Carte marine. Il traça une ligne courbe qui paſſoit par tous les lieux où la Bouſſole marquoit exactement le Nord; cette ligne courbe indiquoit donc tous les points de l'Océan où l'aiguille aimantée eſt exempte de déclinaiſon. Il lia également par une ligne courbe tous les points de la Mer où la variation étoit N E de 5 degrés; il traça d'autres courbes pour 10 deg. pour 15, &c, & il fit la même choſe pour les variations N O. On voit de cette ſorte d'un coup d'œil, lorſqu'on a la Carte de M. Halley entre les mains, de combien la Bouſſole décline en chaque endroit. Ces lignes courbes, quoiqu'irrégulieres, gardent cependant entr'elles un certain ordre; la ligne qui paſſe par tous les lieux de la Mer où la fleur-de-lys de la Bouſſole marque exactement le Nord, eſt comme au milieu de toutes les autres. Si l'on s'en écarte un peu du côté de l'Orient, la variation de la Bouſſole devient N O, & elle devient de

plus grande en plus grande, à moins qu'on ne s'approche trop de quelqu'autre branche de la même ligne courbe. Si l'on avance au contraire vers l'Occident, la variation devient N E.

614. La Carte de M. Halley marquoit à peu près l'état des choses pour l'année 1700; mais l'assemblage de toutes ces lignes courbes devoit être sujet à changer de place, à cause du changement qu'on remarque en peu d'années dans la variation qu'on observe dans un même lieu. On s'est donc apperçu qu'en général l'assemblage des courbes de M. Halley s'avançoit vers l'Occident & vers le Sud; & qu'outre cela chaque ligne souffroit aussi en particulier quelque changement dans ses inflexions. Messieurs Moutaine & Dodson ont entrepris de faire pour 1744, ce que M. Halley avoit fait pour 1700; & comme ils ont eu un plus grand nombre d'observations, ils se sont trouvés en état de tracer les lignes courbes magnétiques tout autour de la Terre, ce que n'avoit pas fait M. Halley.

615. Il m'a paru qu'en joignant le systême des lignes courbes tracées pour 1700 avec celui des courbes tracées pour 1744, on en pouvoit retirer tout l'avantage possible. J'ai donc marqué en noir (*voyez Planche X.*) les courbes de variation pour 1744, & en rouge celles qui convenoient à 1700. J'ai fait, en me fondant sur mes propres observations, quelques légers changements aux lignes courbes pour 1744; je n'ai pas cherché à en faire un plus grand nombre, parce qu'il n'est ici question que de montrer l'importance de la chose. Pour peu que les Marins s'intéressent dans ce travail, qui mérite certainement toute leur attention, on aura bientôt de bonnes Cartes sur ce sujet, dans lesquelles on n'aura rien donné à l'esprit de systême, comme il y a tout lieu de croire que l'ont fait un peu les deux derniers Auteurs. Il suffira ensuite de renouveller ces Cartes de temps en temps, pour éviter l'erreur que peut causer l'irrégularité du mouvement des lignes courbes.

616. Supposons, pour rendre sensible l'usage de la Carte que nous donnons, qu'en naviguant vers la côte du

Bresil en 1755, on se soit trouvé par 30 degrés de latitude australe, & que la variation de la Boussole ait été observée de 10 degrés N E. La longitude qu'indiquoit en 1700 cette variation de l'aiman du côté du Bresil par 30 degrés de latitude Sud, étoit de 347 degrés, à compter du Méridien de l'Isle-de-Fer. Ce point est déterminé par l'intersection du parallele, & par la ligne courbe qui indique les lieux où la variation est de 10 degrés N E. Ce point d'intersection n'étoit plus le même en 1744; il avoit avancé d'environ 9 degrés vers l'Ouest. On en conclura, en supposant que le progrès est à peu près régulier, que le point dont il s'agit sera encore plus vers l'Ouest en 1755, d'environ $2\frac{1}{4}$ deg. & qu'ainsi on sera par $335\frac{3}{4}$ deg. de longitude.

617. Cette méthode ne peut pas servir pour les longitudes dans les endroits de la Mer où les lignes courbes sont presque perpendiculaires au Méridien, comme vers la Floride, vers l'Isle de Cube, au Sud de Madagascar, &c. On trouve dans ces parages, & dans tous les autres qui sont situés vers le sommet des lignes courbes, la même déclinaison de la Boussole, quoiqu'on single beaucoup en longitude; ainsi on ne peut pas juger alors du changement de l'une par le changement de l'autre. Dans les lieux où les lignes courbes changent considérablement de situations en peu d'années, il faut avoir des observations très-récentes de la variation faites en ces lieux-là, pour y aborder à l'aide de cette méthode; mais c'est principalement dans les endroits où ces mêmes lignes ne s'écartent pas extrêmement de la direction du Méridien, & n'ont pas sensiblement changé de place depuis 1700 jusqu'en 1744, qu'on peut employer avec succès la variation de l'aiman pour découvrir la longitude. Un Navire single à l'Ouest, par exemple, pour aller chercher la Martinique; il est par 14° 40′ de latitude Nord, & en observant la variation, il la trouve de 2 degrés N E, deux jours après de 3 deg. deux autres jours après de 4 deg. alors il n'est pas loin du terme de sa navigation.

II.

En quoi consiste la difficulté de trouver immédiatement la Longitude en Mer.

618. L'importance de cette recherche, & les récompenses qui ont été proposées pour ceux qui réussiroient à découvrir un moyen sûr de pouvoir trouver, à quelques lieues près, la longitude d'un Navire, au moins de temps en temps, ont fait imaginer divers moyens dont aucun n'a parfaitement réussi.

619. A l'exception de la méthode de l'article précédent, on peut réduire l'invention des longitudes sur Mer à cette question : *Connoissant l'heure qu'il est sur le Navire, trouver quelle heure on doit compter au même instant à un lieu dont la longitude est bien connue.* Puisque les 24 heures du jour répondent aux 360 degrés de longitude, & que le lieu où l'on compte une heure de moins que dans un autre est plus occidental que cet autre de 15 degrés, &c. (108), on pourroit donc déterminer immédiatement les longitudes : 1°, Si l'on avoit une horloge qui marchât si uniformément, qu'elle ne se dérangeât pas sensiblement dans la durée entiere d'une traversée. Car ayant réglé cette horloge dans le Port, & l'ayant mise à l'heure vraie au temps du départ, elle continueroit de montrer l'heure vraie qu'il seroit dans le Port, & autant de fois 4 min. que l'on trouveroit qu'elle retarderoit ou avanceroit à l'égard de l'heure qu'on auroit observée sur le Navire, selon quelques-unes des méthodes expliquées dans le Chapitre VI de ce Livre, on compteroit que le Navire auroit fait autant de degrés en longitude vers l'Est ou vers l'Ouest, puisque l'on compteroit moins ou plus de temps au lieu du départ qu'au lieu où seroit le Navire. Mais quelques efforts que les plus habiles Artistes aient fait jusques ici, ils n'ont pu réussir à détruire l'effet des mouvements irréguliers du Vaisseau, ni de plusieurs autres causes qui alterent les mouvements des horloges, & en rendent l'usage trop peu sûr, principalement au bout de quelques jours, & après quelques gros temps.

620. 2°. On pourroit encore trouver sur Mer la longitude d'un Navire, si l'on avoit des Tables astronomiques qui servissent à calculer, pour un certain lieu déterminé dont la longitude fût bien connue, toutes les circonstances des mouvements célestes, avec à peu près la même précision avec laquelle un Astronome placé dans ce lieu, les observeroit, & si, sur un Navire, on pouvoit marquer le temps précis auquel quelque phénomene céleste paroîtroit subitement. Car en comparant le temps auquel l'observation en auroit été faite sur le Navire, avec le temps que le calcul des Tables donneroit pour le lieu que nous avons dit, la différence de ces temps donneroit la différence des longitudes, & par conséquent on auroit la longitude du Navire.

621. Or outre que l'Astronomie n'est pas encore assez perfectionnée,

pour pouvoir nous procurer des Tables auſſi exactes qu'il ſeroit néceſſaire, il y a très-peu de phénomenes céleſtes qu'il ſoit facile d'obſerver ſur Mer, principalement à cauſe que l'agitation du Vaiſſeau ne permet pas de ſe ſervir de lunettes aſſez longues pour faire ces obſervations avec quelque préciſion.

622. Parmi les phénomenes propres à ſervir de ſignal dans le Ciel, & dont on puiſſe déterminer le moment précis, on ne connoît gueres que les Eclipſes de Soleil & de Lune, les Eclipſes des Etoiles & des Planetes par la Lune, & les Eclipſes des Satellites de Jupiter.

623. Les Eclipſes du Soleil arrivent très-rarement; il ſe paſſe pluſieurs années de ſuite dans un même lieu ſans qu'on en voie; & lors même qu'on en a obſervé quelqu'une, dans un lieu dont on veut déterminer la longitude, il faut y employer des calculs ſi compliqués, ſi longs, & ſi difficiles, qu'on ne peut raiſonnablement propoſer au commun des Pilotes d'apprendre à les faire, quoiqu'ils euſſent beaucoup à gagner de ſe mettre en état d'y réuſſir.

624. Les Eclipſes des Etoiles & des Planetes par la Lune ne ſont gueres fréquentes, la plupart ne peuvent être obſervées qu'avec des lunettes, & même aſſez longues, ſur-tout lorſque le phénomene ſe paſſe dans la partie éclairée de la Lune, dont l'éclat efface celui de ces Aſtres, au point qu'ils diſparoiſſent à la vue ſimple, ſans être réellement éclipſés. D'ailleurs la concluſion de la longitude demande des calculs tout pareils à ceux qu'il faut faire pour les Eclipſes du Soleil.

625. Les Eclipſes des Satellites de Jupiter fourniſſent la méthode la plus commode & la plus univerſelle, d'obſerver les longitudes ſur terre, & c'eſt par leur moyen que la plupart des poſitions des points de la Terre les mieux déterminés en longitude, ont été établies pour ſervir de fondement à toutes les autres, & à toutes les opérations géographiques & hydrographiques. Les Satellites de Jupiter ſont quatre petites Lunes qui tournent autour de cette Planete avec beaucoup de vîteſſe, tantôt ils diſparoiſſent, puis reparoiſſent en paſſant ſur le diſque de cette Planete; & tantôt ils diſparoiſſent en entrant dans l'ombre que cette Planete laiſſe derriere elle, ou reparoiſſent en ſortant de cette ombre. Il n'y a gueres de nuit où l'on ne puiſſe obſerver quelqu'un de ces phénomenes, excepté lorſque cette Planete eſt près de ſa conjonction avec le Soleil. L'entrée dans l'ombre qu'on appelle l'*Immerſion*, & la ſortie hors de l'ombre que l'on appelle l'*Emerſion*, ſe font en aſſez peu de temps, pour qu'on puiſſe en décider le vrai moment, à quelques ſecondes près, & avec d'autant plus de préciſion qu'on ſe ſert de plus longues & de meilleures lunettes, & c'eſt-là ce qui les rend inobſervables ſur Mer. Car comme il faut néceſſairement ſe ſervir de lunettes ou de téleſcopes qui aggrandiſſent 30 ou 40 fois les diametres des objets, la vîteſſe d'un Aſtre vu dans une pareille lunette, paroît accélérée 30 ou 40 fois à l'égard de celle que l'agitation du Vaiſſeau lui fait attribuer à la vue ſimple : d'où il ſuit qu'il eſt impoſſible de conſidérer Jupiter avec aſſez d'attention pour diſtinguer d'auſſi petits points lumineux que ſont les Satellites,

& pour s'aſſurer s'ils viennent à paroître hors de l'ombre, ou à diſparoître en y entrant. D'ailleurs l'éclat de Jupiter forme dans la lunette, par ſon agitation, des bandes lumineuſes, qui effacent abſolument l'image très-petite d'un Satellite, qui doit être fort proche de la Planette, dans les moments où arrivent les phaſes de ces Eclipſes.

626. Il ne reſte donc que les Eclipſes de Lune, dont le commencement & la fin, l'entrée totale dans l'ombre quand elle a lieu, & le commencement de la ſortie hors de l'ombre, ſont des phaſes qui peuvent être paſſablement bien obſervées à la vue ſimple, & le temps en peut être déterminé à moins de deux minutes près. Les meilleures Tables aſtronomiques peuvent auſſi ſervir à calculer le temps de ces phaſes à deux minutes près, de ſorte que par le moyen d'une Eclipſe de Lune on peut, abſolument parlant, s'aſſurer d'avoir ſa longitude en Mer à un degré près, préciſion très-grande à l'égard de l'incertitude avec laquelle on a des longitudes eſtimées dans les voyages de long cours. Mais cette méthode eſt d'une foible reſſource; puiſque les Eclipſes de Lune ne peuvent arriver que de ſix mois en ſix mois, & qu'il ſe paſſe ſouvent des années entieres ſans qu'il s'en faſſe aucune. Quoi qu'il en ſoit, un Navigateur ne doit point du tout les négliger; & avant que de partir pour un voyage de long cours, il doit rechercher quelles Eclipſes de Lunes peuvent arriver pendant ſes traverſées; & s'il n'a pas les connoiſſances néceſſaires pour en faire des calculs exacts, il doit ſe procurer ces calculs tout faits, ce qui eſt facile, puiſqu'on a ſoin de les publier dans les Almanachs, & ſur-tout dans les Ephémérides des mouvements céleſtes, où ſont contenus des calculs pour pluſieurs années de ſuite.

627. L'Aſtronomie ne pouvant fournir d'autres phénomenes ſubits dans le Ciel propres à donner les longitudes ſur Mer avec quelque exactitude, & auſſi ſouvent qu'il eſt néceſſaire, il a fallu avoir recours aux mouvements de la Lune, dont la vîteſſe eſt capable de lui faire parcourir dans le Ciel 12 ou même 15° en 24 heures; & à la place des temps des apparitions des phénomenes ſubits, il a fallu ſubſtituer les temps où la Lune arrive à un certain point de ſon orbite déterminé dans le Ciel.

628. Cette méthode ſeroit plus exacte, ſi la vîteſſe de la Lune étoit beaucoup plus grande. Par exemple, ſi la Lune faiſoit 24 degrés par jour; en ſe trompant d'une minute de degré dans l'obſervation de la poſition de la Lune à l'égard de ce point déterminé, on ſe tromperoit d'une minute de temps ſur l'inſtant de l'arrivée à ce point, ce qui feroit une erreur de 15 minutes en longitude, au lieu que la vîteſſe de la Lune n'étant que de 13° 10′, lorſqu'elle eſt moyenne entre la plus grande & la plus petite, l'erreur d'une minute dans la poſition de la Lune en cauſe une de près de deux minutes dans le temps, & de près d'un demi-degré dans la longitude. Il y a encore dans la pratique de cette méthode un grand nombre d'erreurs inévitables, ou du moins dont on ne peut s'aſſurer de s'être garanti, tant de la part des inſtruments que de celle des obſervations préliminaires, & des calculs

néceſſaires pour parvenir à la concluſion de la longitude. Ce qui fai que, tout compenſé, le plus habile Obſervateur ne doit pas ſe flatter de la pouvoir déterminer qu'à trois degrés près, à moins qu'il ne puiſſe prendre un réſultat moyen entre pluſieurs déterminations réitérées; car alors la certitude de ce réſultat croîtra à proportion du nombre des vérifications qui auront été faites. Mais on ne doit jamais répondre qu'elle puiſſe atteindre à moins d'un degré & demi; & quoiqu'il arrive très-ſouvent que par l'attention de l'obſervateur, & par une heureuſe compenſation des erreurs, on parvienne à une longitude beaucoup plus préciſe qu'à un degré près; cependant comme on n'a d'autre moyen de s'aſſurer de la bonté de ſes opérations, que par l'accord des vérifications qu'on en fait, & qu'il eſt d'ailleurs poſſible qu'on commette les mêmes erreurs dans les mêmes circonſtances, & que le calcul des Tables aſtronomiques ne ſoit pas parfaitement conforme avec le Ciel, le Navigateur prudent doit régler ſa route ſur ſon obſervation lorſqu'elle lui paroît bonne, mais il doit toujours ſe défier de l'erreur que nous avons dite, & prendre ſes précautions en conſéquence.

629. La grande incertitude à laquelle nous avons dit qu'étoit ſujette la méthode d'employer les obſervations de la Lune faites ſur Mer, ne doit pas décourager le Pilote, ni la lui rendre ſuſpecte, puiſque dans les voyages de long cours, où l'on a eſſuyé beaucoup de vents contraires, & de longs coups de vents, il arrive ſouvent qu'aux atterrages on ſe trouve en erreur de ſept ou huit degrés ſur la longitude eſtimée ſelon les regles du Pilotage, que nous expliquerons dans le Livre ſuivant. Elle doit ſeulement l'engager à s'y exercer, à y apporter tous ſes ſoins, & à y employer les meilleurs inſtruments. La maniere dont nous en propoſons la pratique étant ſi aiſée, du moins à l'égard des opérations graphiques, qu'il ne paroît pas qu'on puiſſe en ſouhaiter une plus ſimple, & plus à la portée du commun des Navigateurs.



INSTRUCTION

our obſerver & pour calculer les Longitudes en Mer par le moyen de la Lune.

)es Préliminaires néceſſaires, de l'ordre dans lequel il faut faire les Obſervations, & les Opérations du calcul.

ɔ. LA MÉTHODE de déterminer les longitudes, que nous nous ɔpoſons de détailler, ſe réduit à trois choſes: 1°. A avoir des calculs la Lune tout faits, ſelon le modele que nous donnerons à la fin de ce apitre. Nous ſuppoſons que ces calculs forment un *Almanach nau-ue*, ſur le modele qui eſt à la fin de cette Inſtruction. 2°. A meſurer le Vaiſſeau l'arc de grand cercle, compris dans le Ciel entre la ne & le Soleil ou une Etoile choiſie. 3°. A connoître l'inſtant de ıps vrai auquel cet arc de diſtance aura été meſuré, & de quelle ıntité préciſe on l'auroit trouvé, ſi la Lune avoit été alors infiniment ignée de la Terre. Car les calculs tout faits dans l'Almanach nau-ıe, indiquent à quel inſtant on auroit obſervé ſous un Méridien ınu, comme celui de Paris, préciſément le même arc de diſtance, ɔar conſéquent la différence de ces deux inſtants eſt propre à faire ınoître la différence des longitudes entre Paris & le lieu où l'ob-vation aura été faite ſur le Navire.

;31. Chacune des deux dernieres déterminations demande ſes érations particulieres, qui ſont ſuſceptibles d'une aſſez grande va-té de cas. Mais pour mettre de l'ordre dans ce que nous avons à e, & pour faire l'application de cette méthode au cas le plus gé-al & le plus difficile, qui eſt celui de la détermination de la longi-e faite de nuit cloſe, à l'aide d'une Etoile, nous allons détailler ıtes ces opérations comme ſi elles demeuroient les mêmes dans ıtes les circonſtances; enſuite nous ajouterons ce que le changement circonſtances doit apporter de changement dans les opérations.

;32. Voici l'ordre dans lequel les obſervations doivent être faites. Il faut avoir bien vérifié le meilleur quartier de réflection qu'on ırra avoir. 2°. Il faut reconnoître dans le Ciel l'Etoile dont on doit ſervir ce jour-là, ſelon l'indication de l'Almanach nautique. Il faut obſerver une hauteur de cette Etoile, en marquant à la ntre l'heure, la minute & fraction de minute de cette obſervation.

4°. Il faut obſerver l'arc de diſtance de la même Etoile à la Lune, marquant à la montre l'inſtant de cette obſervation. 5°. Il faut o ſerver la hauteur de la Lune, en marquant encore le temps à la montr 6°. Pendant les deux obſervations précédentes, il faut faire relever Lune à la Bouſſole, ou au moins le milieu de la trace ou des refl de lumiere qu'elle forme ſur la ſurface de la Mer.

633. Parmi ces opérations, trois doivent être faites avec tou l'attention & la préciſion poſſible, ſavoir, la vérification du quartie la hauteur de l'Etoile, & ſa diſtance à la Lune : les obſervations la hauteur de l'Etoile, de ſa diſtance à la Lune, & de la hauteur de Lune doivent être faites de ſuite, dans le moindre intervalle de tem qu'il eſt poſſible d'y employer, ſans nuire à l'exactitude néceſſair Il ne doit pas y avoir plus de 20 minutes de temps de la premiere la derniere.

634. Les circonſtances les plus favorables pour faire une bonn détermination de longitude, ſur-tout lorſqu'il n'y a qu'un ſeul Obſer vateur, ſont : 1°, Dans le crépuſcule du matin & du ſoir, lorſqu'o voit diſtinctement l'Etoile & le terme de l'Horizon de la Me 2°. Lorſque l'heure, à laquelle on veut obſerver, differe de deu heures au moins de celle qui eſt marquée dans l'Almanach nautiqu pour le paſſage de l'Etoile au Méridien. 3°. Lorſque le mouvement d la Lune eſt très-prompt, ce qu'on reconnoît lorſque dans l'Almanac nautique les différences des diſtances de la Lune à l'Etoile, marquée pour un intervalle de 4 heures, excedent 2° 10′.

635. Voici l'ordre des opérations qu'il faut faire pour le calcu de la longitude. 1°. Il faut trouver l'écart de la montre à l'égard d temps vrai, pour avoir l'heure vraie de l'obſervation. 2°. Il faut ré duire la hauteur de l'Etoile, puis la hauteur de la Lune à celles qu'o eût obſervées au moment qu'on a meſuré la diſtance de la Lune l'Etoile. 3°. Il faut corriger cette diſtance meſurée des erreurs o fauſſes apparences cauſées par la réfraction de la lumiere, & par l voiſinage de la Lune à l'égard de la Terre. 4°. Il faut tirer des calcul de l'Almanach nautique l'heure vraie à Paris, à laquelle on y eû obſervé la même diſtance ainſi corrigée, afin d'en conclure la diffé rence des longitudes.

Nous allons réſumer toutes ces choſes en détail.

I. PRÉPARATIF.

Vérification du Quartier de Réflection.

636. Nous l'avons ſuffiſamment expliquée ci-deſſus N° 484 & ſuiv



II. PRÉPARATIF.

[R]econnoître dans le Ciel l'Etoile dont il faut ſe ſervir.

[6]37. Si le Navigateur ne connoît pas aſſez les Etoiles pour trouver [dans] le champ celle dont il doit ſe ſervir ſelon l'indication de l'Alma[na]ch nautique, voici comme il doit s'y prendre. Sachant à peu près [l'h]eure qu'il eſt, & la longitude du lieu où il eſt, il ſaura auſſi à peu [prè]s l'heure qu'il eſt à Paris. Une heure d'erreur dans ce calcul n'eſt d'aucune conſéquence. Il faut chercher dans l'Almanach nautique [la] diſtance de la Lune à l'Etoile marquée à Paris pour cette heure-là, [il] faut enſuite placer l'index de l'alidade du quartier de réflection ſur le [de]gré qui marque cette diſtance. Puis tirant dans le Ciel, à la vue, [un]e ligne droite *DCD* (*Fig.* 58.) par le centre *C* de la Lune perpen[dic]ulairement à la droite *AB* qui paſſe par les cornes *A*, *B* de la Lune, [ou] par les deux extrémités de l'arc qui termine la portion obſcure de [la] Lune, il faut remarquer quelles ſont les plus belles Etoiles qui ſe [tro]uvent à peu près ſur cette droite *DCD* du côté de l'Orient ou de [l'O]ccident, ſelon que cela eſt marqué dans l'Almanach nautique, & [en]tre celles-là quelle eſt celle qu'on eſtime à peu près à la diſtance [ma]rquée ſur le quartier. Fig. 58.

[6]38. Pour s'aſſurer ſi on a conjecturé juſte, il faut pointer la lu[ne]tte à cette Etoile, & la conſervant toujours vers le milieu du [ch]amp de la lunette, il faut tourner le plan du quartier vers la Lune, [po]ur voir ſi ſon image réfléchie par le grand miroir vient à paſſer dans [le] même champ de la lunette, enſorte qu'on y voie en même temps [l'E]toile & la Lune. Si cela n'arrive pas, il faut faire la même épreuve [sur] une autre Etoile plus près ou plus loin de la Lune, mais toujours [pla]cée à peu près dans l'alignement que nous avons dit. On ſera ra[re]ment obligé de faire cet eſſai ſur deux Etoiles.

[6]39. Cette vérification ſe peut faire facilement avec une arba[le]trille.

[6]40. Il faut bien remarquer que ſelon que l'Etoile eſt à l'Orient [ou] à l'Occident de la Lune, ou ſelon que l'on eſt dans la partie Nord [ou] la partie Sud de la Terre, il faut, pour obſerver l'Etoile & la [Lu]ne dans le même champ de la lunette, que le quartier ſoit tourné [de] ſorte que ſa face antérieure, où ſont gravées les diviſions, regarde [tan]tôt le Ciel, & tantôt la Mer. Dans la conſtruction ordinaire, & [da]ns la partie Nord de la Terre, la face antérieure du quartier doit [re]garder le Ciel lorſque l'Etoile eſt à l'Occident de la Lune; elle [do]it être renverſée & regarder la Mer, lorſque l'Etoile eſt à l'Orient. [Ce]tte ſeconde poſition paroît d'abord plus incommode dans la pra[tiq]ue; mais on s'y fait avec un peu d'uſage.

I. OBSERVATION.

Prendre la hauteur de l'Etoile.

641. Ayant reconnu l'Etoile dans le Ciel, & préparé tout po
mettre le moins de temps poſſible entre les trois obſervations néc
ſaires, on en prendra une hauteur avec le plus de préciſion qu'
pourra, en marquant à la montre, préparée pour cet effet, l'heur
la minute & la fraction de minute. Nous avons expliqué au N° 4
ce qu'il faut faire pour réuſſir dans cette obſervation.

II. OBSERVATION.

Meſurer la diſtance de la Lune à l'Etoil

642. Auſſi-tôt qu'on ſera content de la hauteur de l'Etoile qu'o
aura obſervée, il faudra porter l'index de l'alidade du quartier ſur
degré (déja à peu près connu, comme on a dit N° 637,) de la di
tance de la Lune à l'Etoile. Il faudra pointer la lunette à l'Etoile,
la conſerver dans le champ de la lunette tandis qu'on fait tourner
quartier, enſorte que ſon plan paſſe par la Lune, & qu'on voie ven
l'image de la Lune dans le champ de la lunette, comme il a été d
à l'endroit cité. Alors en balançant légérement le quartier, comme
on le faiſoit tourner ſur la lunette, la Lune paroîtra monter & de
cendre dans le champ de la lunette. On fera enſorte, en donnant d
temps en temps un petit mouvement à l'alidade avant que de recom
mencer les balancements du quartier, que le bord éclairé de la Lune
dans ſes allées & venues, vienne à raſer exactement l'Etoile, l'un
& l'autre étant vers le milieu du champ de la lunette.

643. Auſſi-tôt qu'on ſera aſſuré, par quelques balancements ré
térés, que l'Etoile a paſſé ſur le bord éclairé de la Lune, ſans y entre
& ſans laiſſer d'intervalle viſible, on marquera à la montre l'heure
la minute & la fraction de minute, & l'on écrira la diſtance qu
donneront les diviſions du quartier à l'endroit où l'alidade ſera reſtée

644. Si la Lune étoit pleine, ou preſque pleine, enſorte que ſo
éclat fît diſparoître l'Etoile lorſqu'elle en approche dans ſes allées &
venues procurées par le balancement, il faudroit mettre le verre noi
foible entre les deux miroirs, comme on fait lorſqu'on obſerve l
Soleil. Au défaut d'un verre noir propre pour cela, on peut couvri
une grande partie de la ſurface du grand miroir par une carte noirci
& percée d'un trou rond vers le milieu, enſorte qu'il ne reſte de dé
couvert qu'un eſpace de cinq, ſix ou ſept lignes de diametre vers l
centre du miroir. Ce ſera l'expérience qui décidera de la grandeu
qu'il faut donner à cette ouverture.

645. On doit pointer la lunette à l'Etoile pour y faire venir par lection l'image de la Lune, & non pas pointer à la Lune pour y re venir l'image de l'Etoile, parce que l'Etoile se voit beaucoup s distinctement au travers de la partie non étamée du petit miroir, e si son image paroissoit sur la partie étamée après avoir été réfléchie le grand miroir; car dans ce dernier cas la lumiere de la Lune, e directement, effaceroit entiérement l'image de l'Etoile. Cependant si la Lune avoit passé son dernier quartier, ou si elle n'avoit pas core atteint le premier quartier; & si en pointant à l'Etoile on étoit igé de tenir l'instrument renversé pour observer sa distance à la ne, on pourroit éviter ce renversement en pointant à la Lune, ır faire venir l'image de l'Etoile sur le petit miroir.

646. Vers le temps de la pleine Lune, il pourroit y avoir quelque ertitude à la vue sur ce qu'on appelle *le bord éclairé de la Lune*. ır ne pas s'y tromper, il faut se ressouvenir de cette regle: *Depuis nouvelle Lune jusques au moment de la pleine Lune, le bord éclairé la Lune est celui qui est tourné vers le Couchant. Depuis le moment la pleine Lune jusques à la nouvelle Lune suivante, le bord éclairé celui qui est tourné vers l'Orient.*

III. OBSERVATION.

Prendre la hauteur de la Lune.

647. Aussi-tôt qu'on aura pris la distance de la Lune à l'Etoile, faut prendre la hauteur du milieu du bord éclairé de la Lune, qui le point que l'Etoile doit avoir paru toucher dans l'observation la distance. Il ne faut pas perdre beaucoup de temps à prendre ıpuleusement cette hauteur, sur-tout lorsque le point de l'Horizon, est au-dessous de la Lune, est fort éloigné de celui qui est au-sous de l'Etoile. En général, une précision de sept ou huit minutes s cette hauteur est suffisante, & même on peut se contenter de ne oir qu'à dix ou douze minutes près. On marquera cependant à la ntre l'heure, la minute & la fraction de minute au moment de te observation, & pendant qu'on s'occupera à la faire, quelqu'un evera la Lune au compas de variation, ou il prendra le gisement milieu de la traînée des reflets que sa lumiere forme sur la surface la Mer; car trois ou quatre degrés d'erreur dans ce gisement ne t pas d'une grande conséquence.

xemple des Observations précédentes, & pour les Opérations du calcul.

648. Je suppose que le 8 Juillet 1761, étant par la latitude boréale 32° 12', & par une longitude estimée à l'Ouest de Paris de 38° 30',

on ait trouvé dans l'Almanach nautique que l'Etoile propre pour [ob]ſerver la longitude ce jour-là eſt celle qu'on appelle Regulus. [...] cette Etoile eſt éloignée de la Lune de 61 à 62 degrés entre 8 he[ures] & minuit à Paris. Sur cette indication je ſuppoſe qu'on ait reco[nnu] cette Etoile, & que l'on en ait enſuite obſervé la hauteur appar[ente] au-deſſus de l'Horizon de la Mer de 20° 13′, (& de 20° 9′ par r[ap]port à l'Horizon céleſte,) au moment où une bonne montre, [sus]pendue à un plancher du Navire, marquoit $7^h\ 32'\frac{1}{2}$: qu'enſui[te à] $7^h\ 38'\frac{1}{4}$ on ait meſuré la diſtance de cette Etoile au bord éclairé [de] la Lune de 62° 41′. Qu'enfin à $7^h\ 42'\frac{1}{2}$ on ait trouvé la hauteur [ap]parente du milieu du bord éclairé de la Lune de 33° 40′ par rappo[rt à] l'Horizon de la Mer, ou de 33° 36′ par rapport à l'Horizon céleſte[, &] le giſement du milieu de ſes reflets 60 deg. du Sud vers l'Oueſt. N[ous] donnerons d'abord le détail des opérations graphiques qui ſupplé[ent] au calcul trigonométrique par le moyen du *Chaſſis de réduction.* N[ous] donnerons à part les regles que fournit la Trigonométrie ſphériqu[e].

I. OPÉRATION.

Trouver l'heure vraie de l'Obſervation.

649. Cette opération a été ſuffiſamment expliquée ci-deſſus N° 5[..] & appliquée à l'exemple dont il s'agit ici. On y a trouvé que la mon[tre] devoit retarder de 7′ 42″, qu'il faut par conſéquent ajouter à $7^h\ 38$[′ 15″] qu'elle marquoit au moment de l'obſervation de la diſtance de la Lu[ne] à l'Etoile. Donc l'heure vraie de cette obſervation eſt $7^h\ 45'\ 57''$.

II. OPÉRATION.

Réduire les hauteurs de l'Etoile & de la Lun[e] à celles qu'on eût obſervées au moment où l'on a meſuré la diſtance de la Lune à l'Etoile.

650. Comme on ſuppoſe qu'on n'a pas relevé à la Bouſſo[le] l'azimut de l'Etoile au moment qu'on en a pris la hauteur, il faud[ra] chercher d'abord cet azimut. (Voyez Planche VI.)

Du point *E* abaiſſez ſur l'Horizon une perpendiculaire *EM*. D[u] centre *F* tirez un rayon *FC* ou *FD*, aux points *C* ou *D*, ſelon que [la] perpendiculaire *EM* tombera du même côté que *C* ou *D* par rappo[rt] au centre *F*. Ce rayon coupera en *N* la perpendiculaire *EM*. Prene[z] avec le compas l'intervalle *FN*, & portez-le du même côté ſur l'Ho[-]rizon de *F* en *P* : le point *P* ſera l'azimut de l'Etoile, que vo[us]

merez en degrés seulement, selon les divisions de l'Horizon. Ce ı ici environ 87 degrés.

551. Sur l'échelle intitulée *Echelle de la mesure du mouvement des res en hauteur à chaque minute de temps*, mettez la pointe d'un npas au point Q, que vous estimerez convenir à peu près à la iteur du Pole, & à l'azimut de l'Etoile. Portez l'autre pointe sur droite qui termine cette échelle en haut, ensorte que l'ouverture compas mesure la distance du point Q à cette droite; portez cette verture sur les divisions du bord supérieur du chassis, en faisant, uis le commencement de ces divisions, autant d'enjambées de npas qu'il y a de minutes de temps dans l'intervalle de l'observation a hauteur de l'Etoile à celle de sa distance à la Lune, (c'est ici ois & $\frac{3}{4}$ à cause de la différence de $7^h\ 32'\frac{1}{2}$ à $7^h\ 38'\frac{1}{4}$;) & vous ez la quantité dont l'Etoile s'est élevée ou abaissée dans cet intervalle. Ici on trouve $1°\ 13'$ dont elle a dû baisser. Les ayant ôtés de $\cdot 9'$, hauteur apparente observée, restent $18°\ 56'$ pour la hauteur parente du Cœur du Lyon, au moment où l'on a observé sa distance a Lune.

552. Faites de même pour la Lune: c'est-à-dire, prenez sur la me échelle la distance du point *R* (qui convient à peu près à $'\ 12'$ de latitude, & à 60 deg. d'azimut,) à la droite qui termine te échelle par en haut. Portez cette distance 4 fois & $\frac{1}{4}$ sur le bord érieur du chassis, & vous trouverez environ 45 min. qu'il faut uter à $33°\ 36'$ de hauteur apparente de la Lune, laquelle se trou-a de $34°\ 21'$ au moment de l'observation de sa distance à l'Etoile.

III. OPÉRATION.

our corriger la distance observée, de l'erreur causée par les réfractions, & par la proximité de la Lune à la Terre.

553. Sur l'échelle intitulée: *Echelle de minutes de la correction de parallaxe*, tirez une droite depuis l'angle le plus aigu, jusques au int du côté opposé que vous estimerez convenir à la parallaxe horintale de la Lune *, selon l'heure à peu près qu'il doit être à Paris. ns cet exemple c'est le point de $56',8$; parce qu'à $7^h\ 45'$ au lieu l'on a observé, il doit être environ $10^h\frac{1}{2}$ à Paris; & par consé-

La parallaxe de la Lune est (431) l'effet de sa proximité à la Terre, laquelle cause que différents Observateurs rapportent la Lune à différents points du l au même instant, selon que ces Observateurs sont plus éloignés les uns des res. Lorsque la Lune est à l'Horizon d'un Observateur, elle a sa plus grande allaxe possible à l'égard d'un autre Observateur qu'on supposeroit au centre a Terre; c'est pour cela que la parallaxe horizontale sert à déterminer toutes autres parallaxes.

quent la parallaxe horizontale de la Lune, qui eſt de 57′,2 à mi & de 56′,7 à minuit, doit être environ 56′,8 à 10h ½. Sur la dr que vous aurez tirée, écrivez à la mine de plomb, *Echelle pour parallaxe actuelle.*

654. Sur l'échelle intitulée : *Echelle d'une minute de degré divi en dixiemes pour la correction de la réfraction*, tirez deux droite l'une par le point qui doit répondre à la hauteur 34° 28′ réduite de Lune, & écrivez deſſus *Echelle de réfraction pour la Lune;* & l'au par le point qui doit marquer la hauteur 18° 56′ de l'Etoile, écriv deſſus *Echelle de réfraction pour l'Etoile.*

655. Sur le cercle du chaſſis, marquez à droite & à gauche a deſſus de l'Horizon les deux points de 18° 56′, & joignez-les p une droite ſur laquelle vous écrirez *Almicantarat de l'Etoile.*

656. Marquez de même, & joignez par une droite les deux poin de 34° 23′ de la hauteur de la Lune, & écrivez-y *Almicantarat la Lune.*

657. Marquez enſuite ſur le même cercle un point *m* d'un cô au-deſſus de l'Horizon, & de l'autre un point *n* au-deſſous, ſuiva la diſtance meſurée de la Lune à l'Etoile. C'eſt ici 62° 41′. Depu ces deux points marquez de part & d'autre vers *X* deux points à un diſtance égale à la hauteur réduite de l'Etoile, ſavoir 18° 56′ : joigne les par une droite, & écrivez deſſus *Parallele de l'Etoile.*

658. Depuis les deux mêmes points *m*, *n*, marquez de part d'autre du même côté deux points à une diſtance égale à la hauteu réduite de la Lune, 34° 21′, & joignez-les par une droite que vo intitulerez *Parallele de la Lune.*

659. Par le centre *F* abaiſſez ſur ces cordes une perpendiculaire *FX*

660. Sur la droite intitulée : *Parallele de la Lune*, prenez avec l compas l'intervalle *ST* entre la perpendiculaire & le point *T* où c parallele rencontre l'almicantarat de l'Etoile : portez cet intervall d'abord ſur la droite intitulée *Echelle de la parallaxe actuelle*, & vou aurez la correction qui convient pour la parallaxe de la Lune. Cett correction eſt additive, lorſque le point *T* tombe du côté de l'Horizon à l'égard du point *S*. Elle eſt ſouſtractive lorſque le point *T* tombe l'oppoſite de l'Horizon à l'égard du point *S*, comme dans cet exemple où elle eſt de 3′,9 ſouſtractive.

661. Portez ce même intervalle ſur l'*Echelle de la réfraction pour la Lune*, & vous trouverez la correction qui convient à la réfraction de la Lune. Cette correction eſt toujours additive quand celle de la parallaxe eſt ſouſtractive, & réciproquement. Ici elle eſt de 0′,1 additive.

662. Sur la droite intitulée : *Parallele de l'Etoile*, prenez avec le compas l'intervalle *VZ* entre la perpendiculaire *FX* & la rencontre de l'almicantarat de la Lune. Portez cet intervalle ſur l'*Echelle de réfraction pour l'Etoile*, & vous trouverez la correction qui convient pour la réfraction de l'Etoile. Elle eſt additive quand le point *Z* eſt à l'oppoſite de l'Horizon par rapport au point *V*, comme ici, & elle eſt

t soustractive quand le point Z est entre l'Horizon & le point V. l'échelle n'est pas assez longue, prolongez vers le bas du chassis droite que vous avez tirée, & marquez-y autant de fois qu'il sera cessaire l'intervalle des dix divisions qui représentent les dixiemes de minute. Ici ayant prolongé l'échelle, & marqué un intervalle, 1 trouve la correction de 1',5 additive.

663. Appliquez ces trois corrections à la distance observée 62° 41', elle sera réduite à la vraie distance 62° 38',7 en état de faire trouver longitude.

IV. OPÉRATION.

Conclure la Longitude.

664. Ayant trouvé par les opérations précédentes, qu'à $7^h\ 45'\ 57''$ temps vrai, la distance réelle du bord de la Lune à l'Etoile, étoit 62° 38',7, reste à savoir quelle heure on a dû compter à Paris, rsque la Lune s'est trouvée à cette distance.

665. Prenez dans l'Almanach nautique la différence entre les deux istances les plus approchantes de celle qui a été trouvée & réduite. e sont ici 63° 50',6 pour 8 heures, & 61° 40',8 pour 12 heures. La ifférence est 2° 9',8.

666. Joignez par une droite les deux points des divisions des côtés u chassis qui répondent à 2° 9',8 de mouvement de la Lune en quatre eures.

667. Prenez la différence entre la distance observée & réduite 2° 38',7 & la plus prochaine des deux distances calculées pour Paris, 'est 61° 40',8, la différence est 57',9.

668. Marquez sur la droite tirée ci-dessus, un point ϒ qui réponde celui de 57',9 sur les divisions du bord supérieur du chassis. Par ce oint ϒ, & par l'angle de ce bord supérieur où commence ses divions, placez une regle, ou faites passer une droite à travers le hassis, & voyez à quelle division elle répond sur le bord inférieur du hassis. Dans cet exemple, elle répondra à $1^h\ 47'$: c'est le temps ue la Lune emploie à parcourir la différence 57',9 trouvée ci-dessus. Ainsi ôtant $1^h\ 47'$ de $12^h\ 0'\ 0''$, temps à Paris, auquel la distance de a Lune à l'Etoile étoit plus petite de 57',9, que la distance observée & réduite; on a $10^h\ 13'\ 0''$ pour le temps vrai à Paris qui répond à ette derniere distance. De sorte que la différence entre $10^h\ 13'\ 0''$ & $7^h\ 45'\ 57''$, donne $2^h\ 28'\ 3''$ pour la différence des Méridiens, laquelle réduite en degrés, vaut 36° 45' $\frac{3}{4}$, dont le lieu de l'observation est à l'Ouest du Méridien de Paris.



Regles de Calcul Trigonométrique pour faire les mêmes Opérations.

669. Le calcul trigonométrique eſt plus propre à donner de la préciſion aux opérations précédentes ; mais il eſt plus long & plus ſuſceptible d'erreurs cauſées par faute d'attention. Le Pilote zélé pour ſon art & pour ſon devoir, doit tâcher de faire tous ſes calculs par ces deux méthodes ſucceſſivement. Les opérations graphiques lui donneront ſon réſultat en très-peu de temps, & ſerviront à guider le calcul trigonométrique qui lui donnera plus d'exactitude dans ce réſultat.

I. REGLE.

Calculer l'heure vraie de l'Obſervation.

670. La méthode en a été ſuffiſamment détaillée au N° 579.

II. REGLE.

Calculer les changements de hauteur de la Lune & de l'Etoile dans les intervalles des trois Obſervations, afin de réduire les hauteurs de la Lune & de l'Etoile à celles qu'on eût trouvées au moment qu'on a meſuré leur diſtance.

671. *Regle pour l'Etoile.* Réduiſez en ſecondes de temps l'intervalle à la montre entre l'obſervation de la hauteur de l'Etoile & celle de ſa diſtance à la Lune ; c'eſt dans cet exemple 5′ 45″ qui valent 345″. Ajoutez. . . .

A ſon logarithme.	2.5378
Le logarithme conſtant, ou qui ſert dans tous les cas,	9.3967
Le logarithme du coſinus de la latitude du lieu. . .	9.9275
Le log. du ſinus de la diſt. de l'Et. au Mérid. 74° 15′	9.9834
Le log. du coſinus de la déclinaiſon de l'Etoile . . .	9.9885
De la ſomme	41.8339
Otez le log. de coſinus de la hauteur de l'Etoile . .	9.9726
le reſte (en ôtant les dixaines de la caractériſtique,)	1.8613

eſt le logarithme de 73′ ou de 1° 13′ dont l'Etoile eſt deſcendue dans l'intervalle. Ainſi ſa hauteur apparente, au moment de l'obſervation de ſa diſtance à la Lune, a dû être 18° 56′.

672. *Regle pour la Lune.* Prenez de même le nombre de ſecondes de temps compris dans l'intervalle marqué à la montre entre l'obſervation de la diſtance de l'Etoile à la Lune, & celle de la hauteur de la Lune. C'eſt 255 ſecondes dans cet exemple, ajoutez. . . .

A ſon logarithme	2.4065
Le logarithme conſtant , ...	9.3833
Le logarithme du coſinus de la latitude	9.9275
Le log. du ſinus du giſement de la Lune	9.9375
La ſomme (en rejettant les dixaines)	1.6548

Eſt le logarithme de 45 minutes, quantité dont la Lune étoit plus haute au moment de l'obſervation de ſa diſtance à l'Etoile qu'à celui de l'obſervation de ſa hauteur. On a donc 34° 21′ pour la hauteur réduite de la Lune.

III. REGLE.

Corriger la diſtance obſervée de la Lune à l'Etoile, des fauſſes apparences cauſées par la réfraction & par la parallaxe.

673. Ecrivez, comme dans cette figure, la diſtance de l'Etoile au Zénith; c'eſt le complément de ſa hauteur réduite par la regle précédente. Ecrivez au-deſſous la diſtance de la Lune au Zénith, ou le complément de ſa hauteur réduite, & mettez à côté ſon logarithme de ſinus. Ecrivez encore la diſtance obſervée de la Lune à l'Etoile, & à côté ſon log. de ſinus. Ajoutez ces deux logarithmes. Ajoutez auſſi les trois diſtances, prenez la moitié de la ſomme : de cette moitié ôtez d'abord la diſtance de la Lune au Zénith, & écrivez à côté du reſte ſon logarithme de ſinus. De cette même moitié ôtez la diſtance de la Lune à l'Etoile, & à côté du reſte mettez ſon logarithme de ſinus. Ajoutez ces deux

Diſt. Etoile au Zénith	71° 4′	
Diſt. ☾ au Zénith. . .	55 39	9.91677
Diſt. obſervée.	62 41	9.94865
Somme	189 24 . . .	19.86542
Moitié.	94 42	
Premier reſte . .	39 3	9.79934
Second reſte. . .	32 1	9.72461
		39.52395
		19.86542
		19.65853
Moitié		9.82926
C'eſt le log. de ſinus de	42° 27′	
Double, angle à la Lune	84 54	

logarithmes de ſinus de reſtes, en augmentant de 20 la caractériſtique de la ſomme. Otez de cette ſomme la ſomme des deux logarithmes précédents, prenez la moitié du reſte, ce ſera le logarithme de ſinus d'un angle, dont le double ſera appellé l'*angle à la Lune*, parce que c'eſt effectivement l'angle ſphérique à la Lune compris entre l'arc de ſa diſtance à l'Etoile, & l'arc de ſa diſtance au Zénith.

674. Prenez dans l'Almanach nautique la parallaxe horizontale de la Lune qui convient au temps donné, c'eſt ici 56',8; à ſon log. 1.7543 ajoutez le log. 9.9168 du ſinus de la diſtance de la Lune au Zénith, la ſomme (en ôtant la dixaine à la caractériſtique,) ſera 1.6711 log. de 46',9 d'où il faut ôter la réfraction qui convient à la diſtance de la Lune au Zénith, laquelle eſt 1',5 (Tables page 13) reſte 45',4, au log. de ce reſte, 1.6570 ajoutez le log. du coſinus de l'angle à la Lune trouvé ci deſſus, lequel eſt 8.9489. La ſomme (ôtant la dixaine à la caractériſtique,) ſera 0.6059 log. de 4',0 premiere correction qu'il faut faire à la diſtance obſervée, à cauſe de la réfraction & de la parallaxe de la Lune. Cette correction eſt toujours ſouſtractive quand l'angle à la Lune eſt aigu, comme dans cet exemple, & toujours additive quand l'angle à la Lune eſt obtus.

675. A l'égard de la ſeconde correction, qui eſt celle qu'il faut faire à cauſe de la réfraction de l'Etoile, elle eſt inſenſible, & par conſéquent il eſt inutile de la calculer, lorſque la hauteur de l'Etoile ſurpaſſe 65 degrés. Mais lorſqu'elle eſt au-deſſous, on la trouve par ce calcul aſſez ſemblable au précédent. Le voici :

676. Ecrivez d'abord la diſtance de la Lune au Zénith : au-deſſous celle de l'Etoile & ſon logarithme de ſinus : au-deſſous la diſtance de la Lune à l'Etoile & ſon logarithme de ſinus : ajoutez les logarithmes à part, & les diſtances à part. Prenez la moitié de la ſomme des diſtances, ôtez-en ſucceſſivement la diſtance de l'Etoile au Zénith & la diſtance de l'Etoile à la Lune; écrivez à côté des reſtes leurs log. de ſinus, dont vous prendrez la ſomme ajoutant 20 à la caractériſtique. Otez de cette ſomme celle des deux logarithmes précédents, & la moitié du reſte ſera le logarithme de ſinus d'un arc, dont le double s'appellera l'*angle à l'Etoile*, parce qu'il meſure l'angle ſphérique à l'Etoile compris entre l'arc de ſa diſtance à la Lune, & l'arc de ſa diſtance au Zénith.

Diſt. ☾ au Zénith	55°	39'	
Diſt. Etoile au Zénith	71	4	9.97584
Diſt. obſervée	62	41	9.94865
Somme	189	24	19.92449
Moitié	94	42	
Premier reſte	23	38	9.60302
Second reſte	32	1	9.72461
			39.32763
			19.92449
			19.40314
Moitié			9.70157
C'eſt le log. de ſinus de	30°	12'	
Double, angle à l'Etoile	60	24	

677. Prenez dans la Table des réfractions (Recueil des Tables,

page 13,) celle qui convient à la diſtance de l'Etoile au Zénith, c'eſt ici 2',8. A ſon log. 0.4471, ajoutez celui du coſinus de l'angle à l'Etoile 9.6937. La ſomme 0.1408 (ôtant la dixaine) eſt le log. de la correction pour la réfraction de l'Etoile, laquelle eſt ici 1,4. Cette correction eſt additive quand l'angle à l'Etoile eſt aigu, & ſouſtractive quand il eſt obtus.

Il faut donc, ſelon ce calcul, ôter 4',0 à la diſtance obſervée 62° 41', & y ajouter 1',4, & on a 62° 38',6 diſtance corrigée.

Concluſion de la Longitude.

678. Le calcul en eſt abſolument le même qu'au N° 664 & ſuiv.

Méthode pour obſerver la Longitude, par l'obſervation de la diſtance de la Lune au Soleil.

679. Lorſque la Lune n'a pas encore paſſé ſon premier quartier, ou lorſqu'elle a paſſé ſon dernier quartier, on peut avoir la longitude en obſervant ſa diſtance au Soleil. Cette méthode eſt plus facile pour l'obſervation, que celle où l'on eſt obligé de meſurer la diſtance de la Lune à une Etoile pendant la nuit cloſe; mais elle n'eſt praticable que pendant les quatre jours qui précédent le premier quartier, & pendant les quatre qui ſuivent le dernier quartier. On a par ce moyen la longitude avec à peu près le même degré de préciſion, que par le ſecours des Etoiles, ſur-tout lorſque la Lune n'eſt pas loin de ſon périgée, dans les temps qu'on vient de marquer, & qui doivent ſe trouver dans l'Almanach nautique avec les autres éléments néceſſaires pour le calcul.

680. Le temps le plus propre pour l'obſervation, du moins pour avoir le temps vrai avec préciſion, eſt depuis une demi-heure après le lever du Soleil, juſques vers 10 heures du matin, (& même 10 heures ½, ſi on eſt en dedans des Tropiques,) & depuis environ 2 heures du ſoir, juſques à une demi-heure avant le coucher du Soleil. On dira dans la ſuite, N° 694, ce qu'il faut faire ſi les circonſtances obligent de faire l'obſervation de la longitude entre 10 heures ½ du matin & 1 heure ½ du ſoir.

681. Suppoſons qu'on veuille obſerver dans les temps propres pour cela; il faudra d'abord bien vérifier le quartier de réflection : puis obſerver exactement la hauteur du Soleil, en marquant à la montre l'inſtant de l'obſervation, & en faiſant relever au compas de route le point de l'Horizon où l'on eſtime que le Soleil répond perpendiculairement. Enſuite il faut obſerver au plutôt la diſtance de la Lune au Soleil, ce qui ſe doit pratiquer ainſi. Pointez la lunette à la Lune,

pour la voir au travers de la partie non étamée du petit miroir, & ſans la perdre de vue, tournez le plan du quartier vers le Soleil : l'alidade doit être placée d'avance vers le degré de la diſtance de la Lune au Soleil, pris dans l'Almanach nautique, comme on a dit au N° 637. Lorſque l'image du Soleil ſera entrée dans la lunette, donnez un petit mouvement à l'alidade, juſqu'à ce qu'en balançant légérement le quartier, l'image du plus prochain bord du Soleil vienne raſer le bord éclairé de la Lune. Marquez à la montre le temps de cette obſervation, & ayant mis par écrit l'arc de la diſtance obſervée, prenez la hauteur apparente du centre de la Lune, ou pour le mieux, celle du point du bord éclairé de la Lune, que vous eſtimerez avoir été touché par le Soleil : marquez l'inſtant de cette obſervation, & faites pendant ce temps-là relever au compas de route le point de l'Horizon auquel on eſtime que la Lune répond perpendiculairement.

682. L'obſervation étant ainſi achevée, le calcul ſe fera préciſément comme pour la diſtance de la Lune à une Etoile.

Remarques ſur la pratique des Obſervations & Opérations précédentes.

I.

De l'utilité qu'on peut retirer de trois Obſervateurs, qui obſerveroient enſemble, & en même temps.

683. Comme les Officiers d'un Vaiſſeau ſont fournis d'inſtruments, & exercés à prendre hauteur, ſi trois vouloient partager entre eux les opérations, de ſorte que l'un obſervât la hauteur de l'Etoile ou du Soleil, tandis qu'un autre meſureroit la diſtance de la Lune à l'Etoile ou au Soleil, & que le troiſieme prendroit la hauteur de la Lune; s'il arrivoit encore que leur concert fût tel, que chacun fût content de ſon obſervation au même moment à peu-près, ou à moins d'une minute d'intervalle de temps de l'un à l'autre, alors il eſt clair qu'on n'auroit beſoin ni de montre, ni de compas de route, ni de faire la ſeconde opération pour le calcul.

684. Il eſt aiſé de réuſſir à faire enſemble ces ſortes d'obſervations pendant le jour, & pendant le crépuſcule; parce que le premier & le troiſieme Obſervateur peuvent, par un mouvement léger de l'alidade, aſſujettir l'un l'image du Soleil ou de l'Etoile, & l'autre celle de la Lune, à reſter ſur le terme de l'Horizon de la Mer, pendant que le ſecond Obſervateur fait ſes tentatives pour prendre exactement

la diſtance ; & qu'ainſi dans l'inſtant qu'il y a réuſſi, les trois obſervations ſe trouvent faites à la fois.

685. Si l'on ne pouvoit employer que deux Obſervateurs à la fois, on épargneroit une bonne partie du calcul de la ſeconde opération.

686. Au reſte, le meilleur emploi qu'on puiſſe faire de deux ou trois bons Obſervateurs, & de deux ou trois bons inſtruments bien vérifiés, c'eſt de faire à peu près en même temps, chacun en particulier, & ſans ſe rien communiquer d'abord, les trois obſervations néceſſaires pour la longitude, parce que leur calcul donnera autant de déterminations, entre leſquelles, ſi elles ne s'accordent pas parfaitement, comme cela doit arriver ſouvent, on prendra un réſultat moyen qui ſera plus ſûr que ſi on n'en avoit qu'un ſeul, en ſuppoſant toutes les obſervations également bien faites.

I I.

De l'utilité qu'on retire en répétant les Obſervations autant que cela eſt poſſible.

687. Puiſque la détermination de la longitude en Mer eſt une opération ſi délicate, qu'à chaque fois qu'on fait tout ce qui eſt néceſſaire pour y parvenir, on ne peut ſe flatter d'atteindre à une préciſion telle, qu'on ſoit ſûr d'avoir approché de la véritable longitude à moins de deux degrés près, il eſt clair qu'on ne peut trop faire d'efforts pour diminuer cette incertitude ; & comme il n'y a pas d'autre moyen pour cela, que de multiplier les obſervations, on ne doit ſe contenter d'une ſeule détermination, que quand on ne peut faire autrement.

688. L'Obſervateur doit donc répéter deux ou trois fois conſécutivement la hauteur de l'Etoile, la diſtance de la Lune à l'Etoile & la hauteur de la Lune, en gardant, autant qu'il eſt poſſible, ce même ordre d'obſervations, & en mettant le moins d'intervalle de temps qu'il peut entre chacune. Le calcul de trois déterminations de longitude ne ſera gueres plus long que celui d'une ſeule, parce que les mêmes figures y ſerviront ; il n'y aura que quelques lignes de plus à tirer.

689. Un autre avantage qu'on retirera de cette multiplicité d'obſervations, c'eſt que l'on s'épargnera la conſtruction expliquée No. 650 & ſuiv. & preſque tout le calcul de la ſeconde opération ; car les différentes hauteurs de l'Etoile & de la Lune qu'on aura priſes, donneront la proportion avec laquelle ces deux Aſtres s'élevent ou s'abaiſſent dans un certain temps ; il ſera par conſéquent aiſé d'aſſigner, par une petite regle de trois, leur hauteur apparente au moment de chaque détermination de la diſtance de la Lune à l'Etoile.

690. Lorſqu'on ne peut répéter la meſure de la diſtance de la

Lune à l'Etoile ou au Soleil, ſi l'on peut prendre deux hauteurs d[u] Soleil ou de l'Etoile, & deux hauteurs de la Lune, on s'épargner[a] de même la néceſſité de relever la direction des reflets de la Lune ou ſa poſition azimutale à l'égard du point d'Eſt ou d'Oueſt, & l'o[n] pourra, par une ſimple proportion, en conclure les hauteurs appa[-] rentes pour le moment de l'obſervation de la diſtance.

691. Si les deux hauteurs de l'Etoile ont été priſes exactement elles ſerviront à avoir avec plus de préciſion la quantité dont l[a] montre avance ou retarde, en prenant un milieu entre les deux ré-ſultats du calcul de chaque hauteur, fait ſuivant les regles de la pre-miere opération.

692. La méthode générale pour prendre un milieu entre pluſieurs quantités différentes, eſt celle-ci : *Ajoutez-les toutes enſemble, & diviſez la ſomme par le nombre de ces quantités.* Ainſi je ſuppoſe que j'aie trouvé par trois hauteurs du Soleil ou de l'Etoile, que la montre retarde de 4′ 27″ ſelon le calcul de la premiere, de 4′ 38″ par la ſeconde, & de 4′ 31″ par la troiſieme ; comme ces quantités ne different que dans les ſecondes, pour prendre un milieu, j'ajoute enſemble 27, 38 & 31, & je diviſe leur ſomme 96 par 3, le quotient 32, eſt la quantité moyenne des ſecondes ; je peux donc dire que la montre avançoit de 4′ 32″, & j'en ſuis plus sûr par ce moyen, que ſi je n'a-vois employé qu'une ſeule de ces trois obſervations pour connoître l'état de la montre.

III.

Ce qu'on doit faire quand il n'eſt pas poſſible de faire l'obſervation de la diſtance de la Lune au Soleil ou à l'Etoile, ſi ce n'eſt à une heure trop proche de celle du paſſage du Soleil & de l'Etoile au Méridien.

693. La premiere opération du calcul (N°. 649 & 576.) ne peut être exacte, ſi l'heure de l'obſervation de la hauteur de l'Aſtre ne différe au moins de deux heures de celle de ſon paſſage par le Méri-dien, parce qu'alors cet Aſtre n'a pas un mouvement en hauteur aſſez ſenſible, pour donner un calcul juſte de ſa diſtance au Méridien. Si donc les circonſtances ſont telles, qu'il ne ſoit pas poſſible d'obſerver la longitude, ſi ce n'eſt en un temps qui ne differe pas de deux heures de celui qui eſt marqué dans l'Almanach nautique pour le paſſage de l'Etoile au Méridien, ou ſi l'on ne peut obſerver la diſtance de la Lune au Soleil qu'aux environs de midi, parce que les nuages auront empêché de s'y prendre dans un autre temps, & que la Lune eſt prête de ſe coucher ; alors voici ce qu'on peut faire.

694. 1°. Si c'eſt par la diſtance du Soleil à la Lune, qu'on doit ɔſerver la longitude, on commencera par s'aſſurer avant dix heures ı matin de l'état de la montre, (qui doit toujours reſter ſuſpendue ɔrement pendant tout le temps que les obſervations durent,) en ·enant deux ou trois bonnes hauteurs du Soleil. On fera enſuite, à ıeure commode, les trois obſervations propres pour la longitude, ſavoir, d'une hauteur du Soleil, de ſa diſtance à la Lune, & d'une ıuteur de la Lune, en marquant les inſtants à la montre, & en re-vant au compas de route les poſitions azimutales du Soleil & de la une. Sur les deux heures, ou deux heures & demie après midi, on :endra deux ou trois bonnes hauteurs du Soleil, pour connoître en-ɔre l'état de la montre, & par ce moyen on aura ſa marche exacte endant tout le temps des obſervations. Comme ſi j'avois trouvé, par ı milieu entre les réſultats de pluſieurs hauteurs du Soleil, qu'à $^{h}\,48'$ du matin la montre retardoit de $3'\,50''$, & qu'à $2^{h}\,23'$ du ſoir lle retardoit de $5'\,42''$, & ſi j'avois obſervé la diſtance de la Lune ı Soleil à $11^{h}\,17'\frac{1}{2}$ du matin. Je dirois ſi en $4^{h}\,35'$ de temps la montre augmenté ſon retard de $1'\,52''$; en $1^{h}\,29'$ de temps, (ou depuis $^{h}\,48'$ juſques à $11^{h}\,17'$,) elle a dû augmenter ſon retard de $37''$: onc à $11^{h}\,17'\frac{1}{2}$ elle retardoit de $4'\,27''$. Donc l'heure vraie de l'ob-:rvation de la diſtance eſt $11^{h}\,21'\,57''$ du matin. Il eſt clair que dans e cas la hauteur du Soleil, obſervée un peu avant ſa diſtance à la ,une, ne ſerviroit qu'aux calculs de la ſeconde opération.

695. II. Si l'on doit obſerver la longitude par le moyen d'une :toile, il pourra arriver trois cas. Ou cette obſervation ſe fera dans :s environs du crépuſcule du ſoir, ou de celui du matin, ou fort vant dans la nuit cloſe.

696. Si l'obſervation ſe doit faire pendant le crépuſcule du ſoir, u peu après ſa fin, il faudra régler la montre au Soleil : en voici la ıeilleure maniere. Sur les trois heures du ſoir on déterminera, par eux ou trois bonnes hauteurs du Soleil, de combien la montre vance ou retarde; on fera la même choſe environ une demi-heure vant le coucher du Soleil : en général il faut un intervalle de deux eures, au moins, entre ces deux déterminations. En les comparant n aura la marche de l'horloge à l'égard du temps vrai, & par con-équent on pourra en conclure l'inſtant de l'obſervation de la diſtance le la Lune à l'Etoile. Comme ſi j'avois trouvé qu'à $3^{h}\,12'$ la montre etardât de $27''$, & à $5^{h}\,58'$ qu'elle avançât de $1'\,8''$, je conclurois de-à que la montre auroit accéléré ſon mouvement de $1'\,35''$ en $2^{h}\,46'$, uiſqu'elle a regagné les $27''$ dont elle retardoit, & de plus qu'elle a ıvancé de $1'\,8''$. Cela poſé, ſi j'ai obſervé la diſtance de la Lune à 'Etoile à $7^{h}\,21'\frac{1}{4}$ à la montre, je dirai ſi en $2^{h}\,46'$ (ou en $166'$) la montre a avancé de $1'\,35''$ (ou de $95''$); en $1^{h}\,23'$ (ou en $83'$ inter-valle de $5^{h}\,58'$ à $7^{h}\,21'$), elle doit avancer de $47''$: donc à $7^{h}\,21'$ elle ıvançoit de $1'\,55''$. Donc l'heure vraie de l'obſervation de la diſtance eſt $7^{h}\,19'\,20''$.

697. Si l'obſervation doit ſe faire vers le crépuſcule du matin,

on réglera la montre de la même maniere, mais par des hauteurs
Soleil prises une demi-heure après son lever, & vers les 8 ou 9 he
du matin. Comme si ayant observé la distance de la Lune à l'Et
à $4^h\ 33'\frac{1}{2}$ à la montre, je trouve ensuite à $6^h\ 2'$ que la montre ava
de $17''$, & à $8^h\ 42'$ qu'elle avance de $3'\ 12''$; je dirai, si en $2^h\ 40$
temps la montre a accéléré sa marche de $2'\ 55''$, en $1^h\ 29'$ (interva
de $4^h\ 33'$ à $6^h\ 2'$,) elle l'a accéléré de $1'\ 38''$. Or puisqu'à $6^h\ 2'$ e
n'avançoit que de $17''$, il falloit qu'à $4^h\ 33'$ elle avançât de $1'\ 38''$
moins, il falloit donc qu'elle retardât de $1'\ 21''$: ainsi le temps v
de l'observation de la distance a dû être à $4^h\ 34'\ 51''$ du matin.

698. Enfin, si l'observation ne se peut faire que bien avant da
la nuit close, il faudra régler la montre par des hauteurs de l'Eto
prises le plus exactement que l'on pourra deux heures avant & de
heures au moins après son passage par le Méridien, préciséme
comme on a dit ci-dessus (N°. 694.) pour le Soleil.

699. Pour la précision de tous les calculs détaillés dans cet articl
il faut que le Vaisseau n'ait changé ni de route, ni de vîtesse,
moins sensiblement, pendant l'intervalle des premieres aux dernie
observations.

I V.

Sur ce qu'on peut faire dans certains cas.

700. Pendant la nuit close, & lorsque l'Horizon est un peu obscu
il ne faut pas observer sur les dunettes, mais dans la partie du Navi
la plus basse qu'on pourra, parce qu'alors l'Horizon de la Mer éta
plus près de l'œil, son extrémité sera plus visible.

701. Si la Lune est fort haute dans le temps qu'on l'observe, s
reflets ne font pas sur la surface de la Mer une traînée de lumier
distincte. Alors il en faut observer deux hauteurs, à quelques minut
d'intervalle de temps, afin d'avoir la proportion avec laquelle l
Lune monte ou descend.

702. Lorsque la Lune n'est pas extrêmement haute, on peut re
lever au compas le point de l'Horizon auquel on estime qu'ell
répond perpendiculairement; car quatre ou cinq degrés d'erreu
dans cette observation ne sont d'aucune conséquence. Cette observa
tion est utile pendant le jour & pendant les crépuscules, sur-tou
lorsque les nuages voisins de la Lune menaceront de ne pas permettr
d'en observer une seconde hauteur.

Ceci peut être appliqué au Soleil ou aux Etoiles, pour éviter un
partie du calcul de la seconde opération.

703. Quand la Lune & l'Etoile sont sensiblement dans un mêm
vertical, c'est-à-dire, quand le point où ils répondent perpendicu-
lairement à l'Horizon est sensiblement le même, alors on peut s'é-
pargner presque tout le calcul de la troisieme opération & le réduir
à ces deux regles.

704. Prenez dans l'Almanach nautique la parallaxe horizontale

la Lune : à ſon logarithme ajoutez celui du ſinus de complément la hauteur de la Lune réduite par la ſeconde opération : la ſomme ant la dixaine à la tête,) ſera le logarithme de la premiere cortion de la diſtance, laquelle ſera toujours additive, quand l'Etoile plus baſſe que la Lune ; & ſouſtractive, quand elle ſera plus haute la Lune.

705. Prenez dans la Table, page 13, la réfraction qui convient à hauteur apparente de l'Etoile, réduite par la ſeconde opération, la réfraction qui convient à la hauteur de la Lune réduite de même : nez la différence entre ces deux réfractions, ce ſera la ſeconde rection, qui ſera toujours additive.

706. Ce cas arrive aſſez ſouvent entre les Tropiques, & c'eſt auſſi ui où la ſituation de l'inſtrument propre à obſerver les diſtances la moins incommode. C'eſt par conſéquent cette diſpoſition des tres, qui eſt la plus favorable pour le calcul & pour l'obſervation.

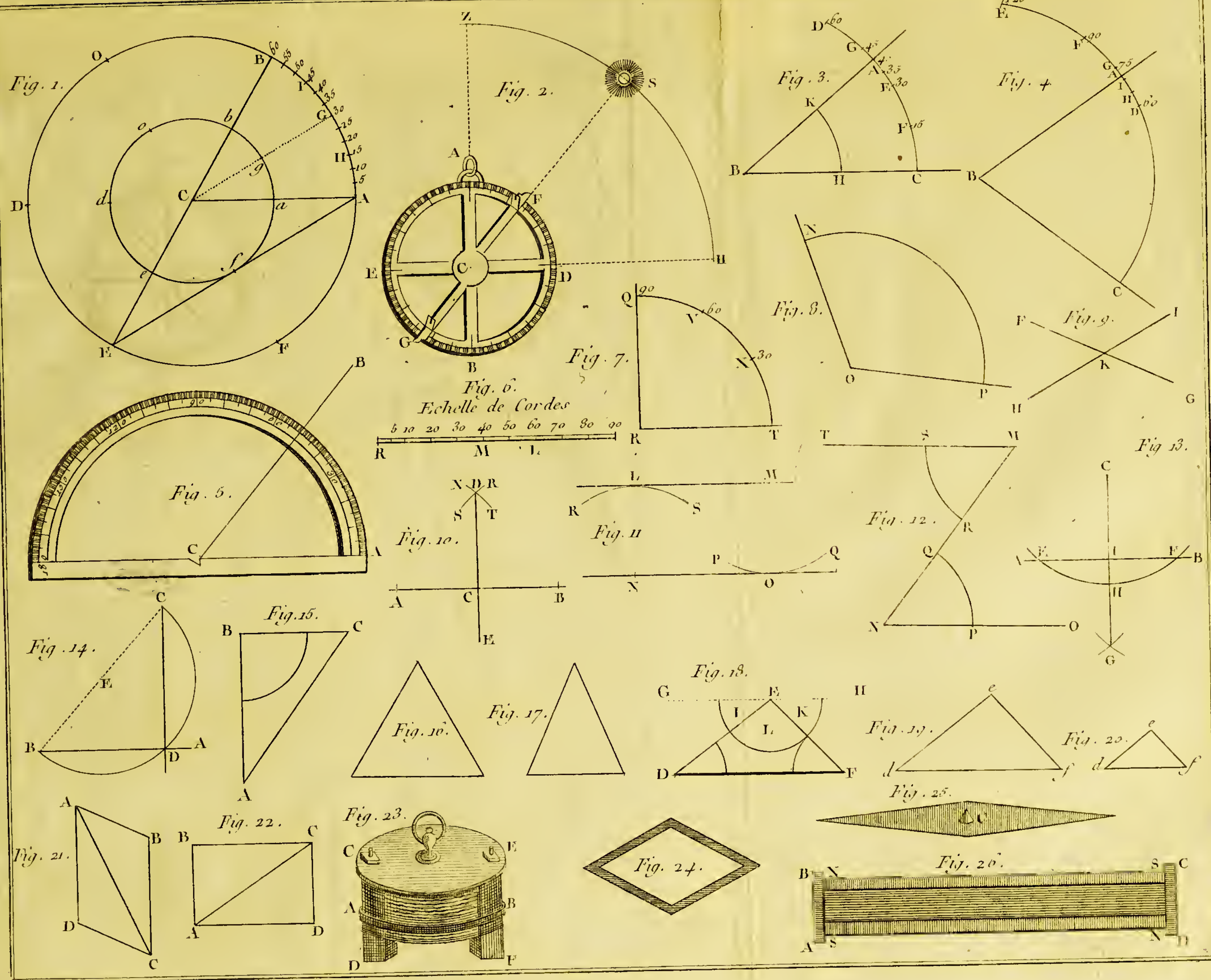
707. Lorſque la diſtance de la Lune à l'Etoile eſt de plus de 20 grés, ſi la différence des poſitions azimutales de la Lune & de l'E- le n'eſt pas plus d'un demi-quart de rhomb, on pourra toujours ppoſer que ces deux arcs étoient dans le même vertical au temps leur obſervation, & par conſéquent ſubſtituer les deux regles pré- dentes à tous les calculs détaillés dans la troiſieme opération N°. 653 ſuivants, 673 & ſuivants.

708. Quand on ſe trouve à la vue d'une Iſle ou d'une Terre, dont poſition n'eſt pas sûre ſur la Carte, on ne doit rien négliger pour cher d'en déterminer la longitude, quand même on ſeroit dépourvu s calculs préliminaires que nous ſuppoſons ſervir à compoſer l'Alma- ch nautique. Lorſqu'on aura fait les obſervations propres pour cela, ſera bon, au retour du voyage, de les communiquer à quelque ſtronome, qui vérifie les calculs de la Lune, & qui tire de ces obſer- tions tout le parti poſſible à l'avantage de la Géographie.

709. Lorſqu'un Navigateur eſt en relâche à terre, il ne doit né- iger aucune occaſion d'y faire des obſervations, ſelon quelques- es de nos méthodes pour avoir la longitude de ce lieu, ſur-tout rſque l'Horizon de la Mer pourra lui ſervir pour prendre les hau- urs des Aſtres avec ſon quartier de réflection. Si de plus il peut ire proviſion d'un genou de cuivre, & d'un triangle ou pied de bois l que celui dont les Arpenteurs ſe ſervent pour leurs graphometres, ant attaché ce genou avec trois vis derriere ſon quartier, il pourra tenir aſſujetti dans le plan qui paſſe par l'œil, par l'Etoile & par Lune, & alors il prendra tout à ſon aiſe la diſtance de la Lune à Etoile, qui paroîtra comme collée ſur le bord éclairé de la Lune.

Il ſeroit à ſouhaiter encore que le Voyageur fût muni d'un inſtru- ent propre à prendre à terre les hauteurs des Aſtres à trois ou uatre minutes près, parce qu'il s'en ſerviroit non-ſeulement pour ire les trois obſervations néceſſaires pour la longitude par-tout où le jugeroit néceſſaire, mais encore pour obſerver la latitude.

Jours du M.	Noms des Etoiles dont il faut observer la distance au bord éclairé de la Lune.	Situation des Etoiles.	Passage de l'Etoile au Méridien de Paris.			Parallaxe horizont. ☾ à midi.	à minuit	Distances au bord éclairé de la Lune. à midi.		à 4 heures		à 8 heures		à minuit.		à 16 h.		à 20h.	
			H.	M.	S.	M.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
4	*L'Epi de la Vierge*...	à l'orient	6	16	57	60.7	60.4	68	9.1	65	41.3	63	14.0	60	47.3	58	21.5	55	56.3
5	*Le Soleil*..............	à l'occid.	0	0	0	60.0	59.6	43	52.6	46	6.9	48	20.6	50	33.5	52	45.6	54	57.0
5	*L'Eoi de la Vierge*....	à l'orient	6	12	50	60.0	59.6	53	31.8	51	8.4	48	45.7	46	23.6	44	2.8	41	42.8
6	*Le Soleil*..............	à l'occid.	0	0	0	59.1	58.6	57	7.7	59	17.6	61	26.8	63	35.2	65	42.8	67	49.7
6	*L'Epi de la Vierge*...	à l'orient	6	8	43	59.1	58.6	39	23.5	37	5.6	34	48.4	32	32.0	30	16.6	28	2.6
7	*Le Soleil*..............	à l'occid.	0	0	0	58.1	57.6	69	55.9	72	1.3	74	6.0	76	9.9	78	13.1	80	15.7
7	*L'Epi de la Vierge*....	à l'orient	6	4	37	58.1	57.6	25	49.4	23	37.6	21	27.0	19	18.0	17	11.1	15	6.3
8	*Le Soleil*..............	à l'occid.	0	0	0	57.2	56.7	82	17.6	84	18.6	85	19.1	88	19.0	90	18.0	92	16.5
8	*Le cœur du Lion*.....	à l'occid.	2	44	7	57.2	56.7	42	30.4	44	40.6	46	50.2	48	59.1	51	7.3	53	14.9
8	*Le cœur du Scorpion*.	à l'orient	9	2	12	57.2	56.7	68	12.0	66	1.0	93	50.6	61	40.8	59	31.9	57	23.7
8	*Le front du Scorpion*.	à l'orient	8	39	4	57.2	56.7	50	58.6	48	47.7	46	37.4	44	27.8	42	18.9	40	10.6
9	*La Queue du Lion*...	à l'occid.	4	20	1	56.3	56.0	34	25.7	36	30.1	38	34.1	40	37.5	42	40.6	44	43.4
9	*Le cœur du Scorpion*	à l'orient	8	58	9	56.3	56.0	55	16.2	53	9.5	51	3.3	48	57.6	46	52.4	44	47.7
9	*Le front du Scorpion*.	à l'orient	8	34	59	56.3	56.0	38	2.9	35	55.9	33	49.4	31	43.3	29	37.9	27	32.9
10	*La Queue du Lion*...	à l'occid.	4	16	57	55.6	55.3	46	45.9	48	48.1	50	50.0	52	51.6	54	52.8	56	53.8
10	*Le cœur du Scorpion*.	à l'orient	8	54	5	55.6	55.3	42	43.6	40	40.0	38	36.8	36	34.2	34	32.1	32	30.4
10	*Le front du Scorpion*.	à l'orient	8	30	55	55.6	55.3	25	28.4	23	24.5	21	21.0	19	17.9	17	15.3	15	13.1
11	*La Queue du Lion*....	à l'occid.	4	12	54	55.1	54.9	58	54.5	60	54.7	62	54.6	64	54.4	66	54.1	68	53.6
11	*Le cœur du Scorpion*.	à l'orient	8	54	0	55.1	54.9	29	29.0	27	27.9	25	27.0	24	26.5	22	26.5	20	26.9
11	*L'Epi de la Vierge*...	à l'occid.	5	48	22	55.1	54.9	26	20.4	28	19.8	30	19.0	32	18.2	34	17.4	36	16.4
12	*L'Epi de la Vierge*...	à l'occid.	5	44	18	54.6	54.5	38	15.4	40	14.3	42	13.1	44	11.8	46	10.4	48	8.8
13	*L'Epi de la Vierge*...	à l'occid.	5	40	14	54.3	54.2	50	7.1	52	5.3	54	3.5	56	1.6	57	59.5	59	57.3
14	*L'Epi de la Vierge*...	à l'occid.	5	36	11	54.1	54.1	61	55.1	63	52.9	65	50.7	67	48.6	69	46.4	71	44.2
14	*Le front du Scorpion*.	à l'occid.	8	14	42	54.1	54.1	22	49.2	24	47.6	26	46.0	28	44.3	30	42.6	32	40.9
15	*Le cœur du Scorpion*.	à l'occid.	8	33	49	54.0	54.0	17	41.3	19	38.2	21	35.4	23	32.8	25	30.4	27	28.1


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Echelle de Cordes
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.

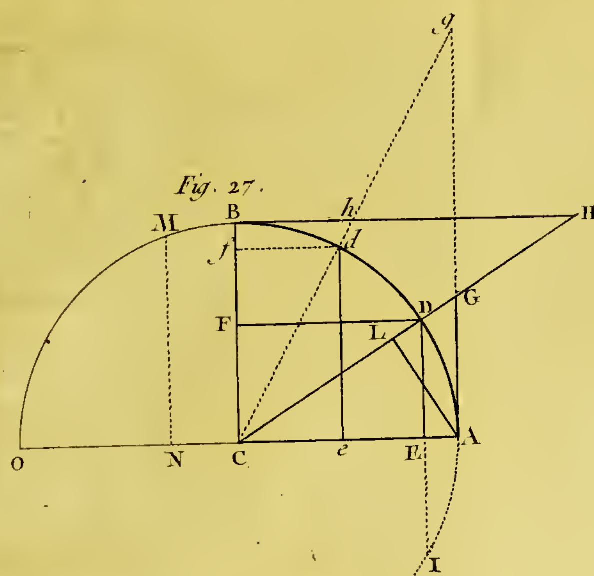
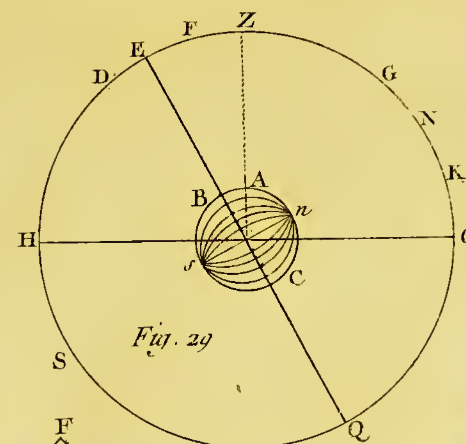
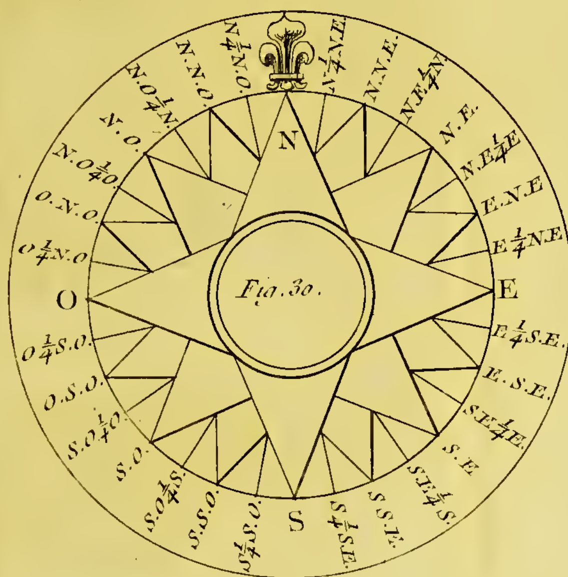
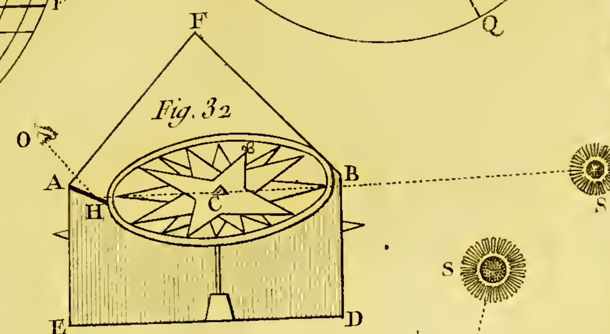
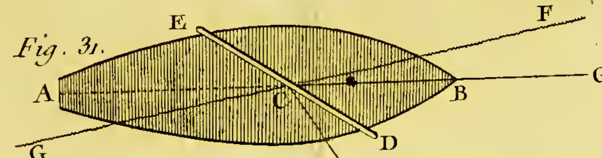

Fig. 27.
M
B
h
H
g
f
d
F
L
D
G
O
N
C
e
E
A
I

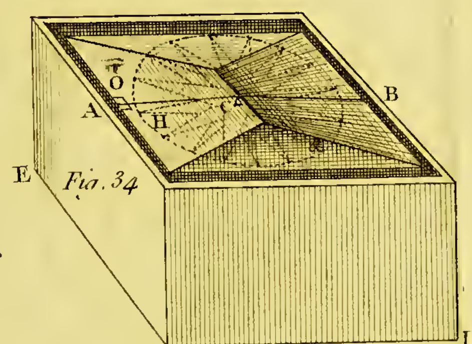

Fig. 28.
EUROPE
AFRIQUE
AMERIQUE
N
S

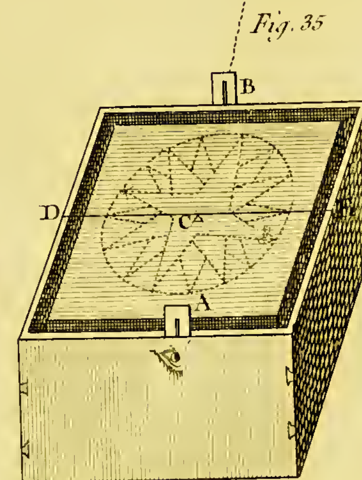

Fig. 29
Z
H
O
S
Q

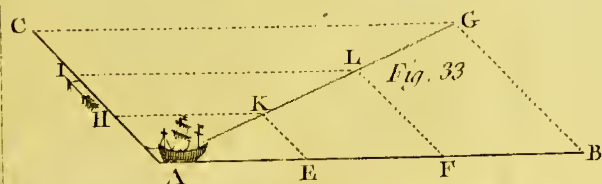

Fig. 30.
N
S
E
O

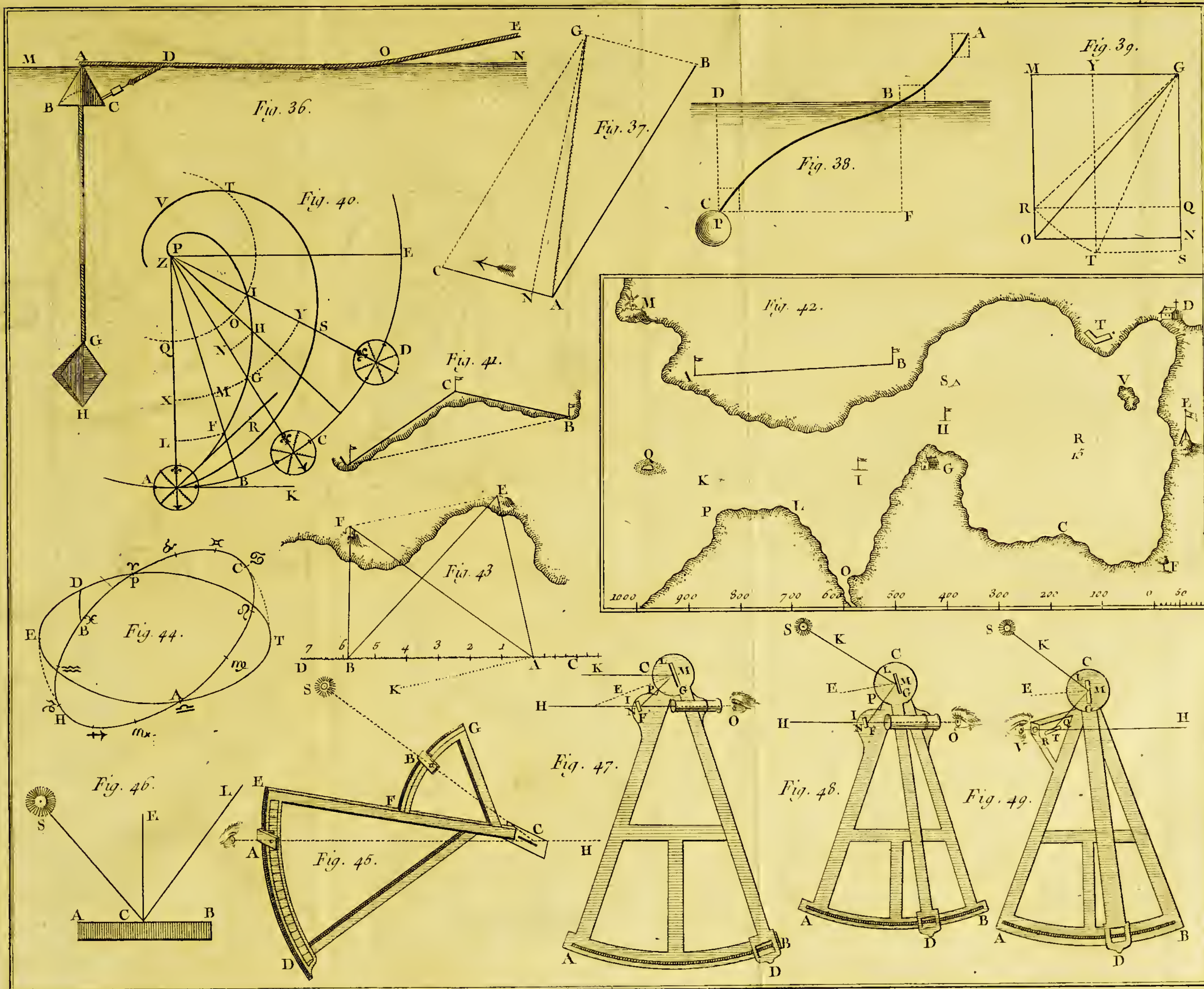

Fig. 32
F
A
B
H
C
E
D
S

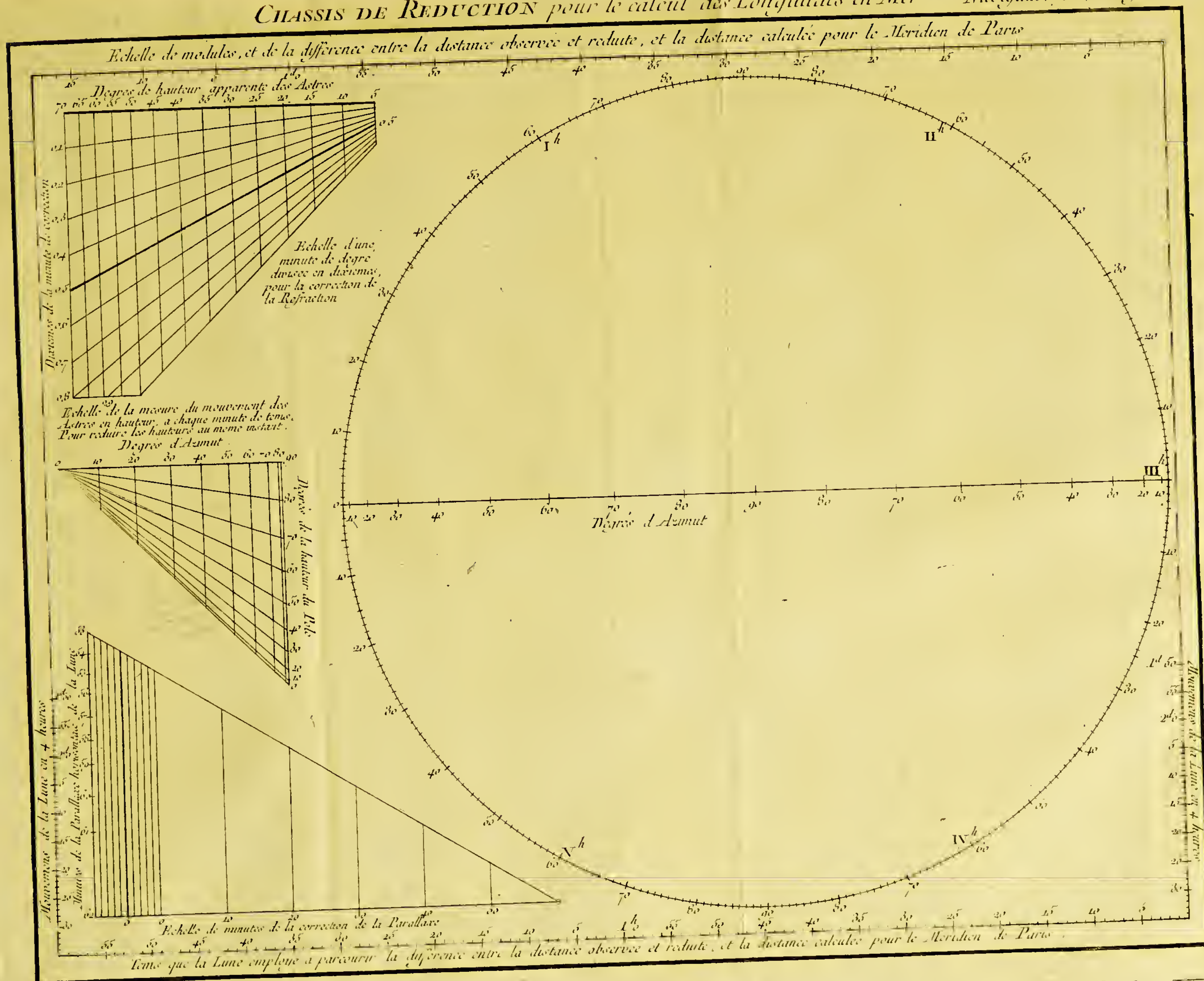

Fig. 31.
E
F
A
C
B
G
D

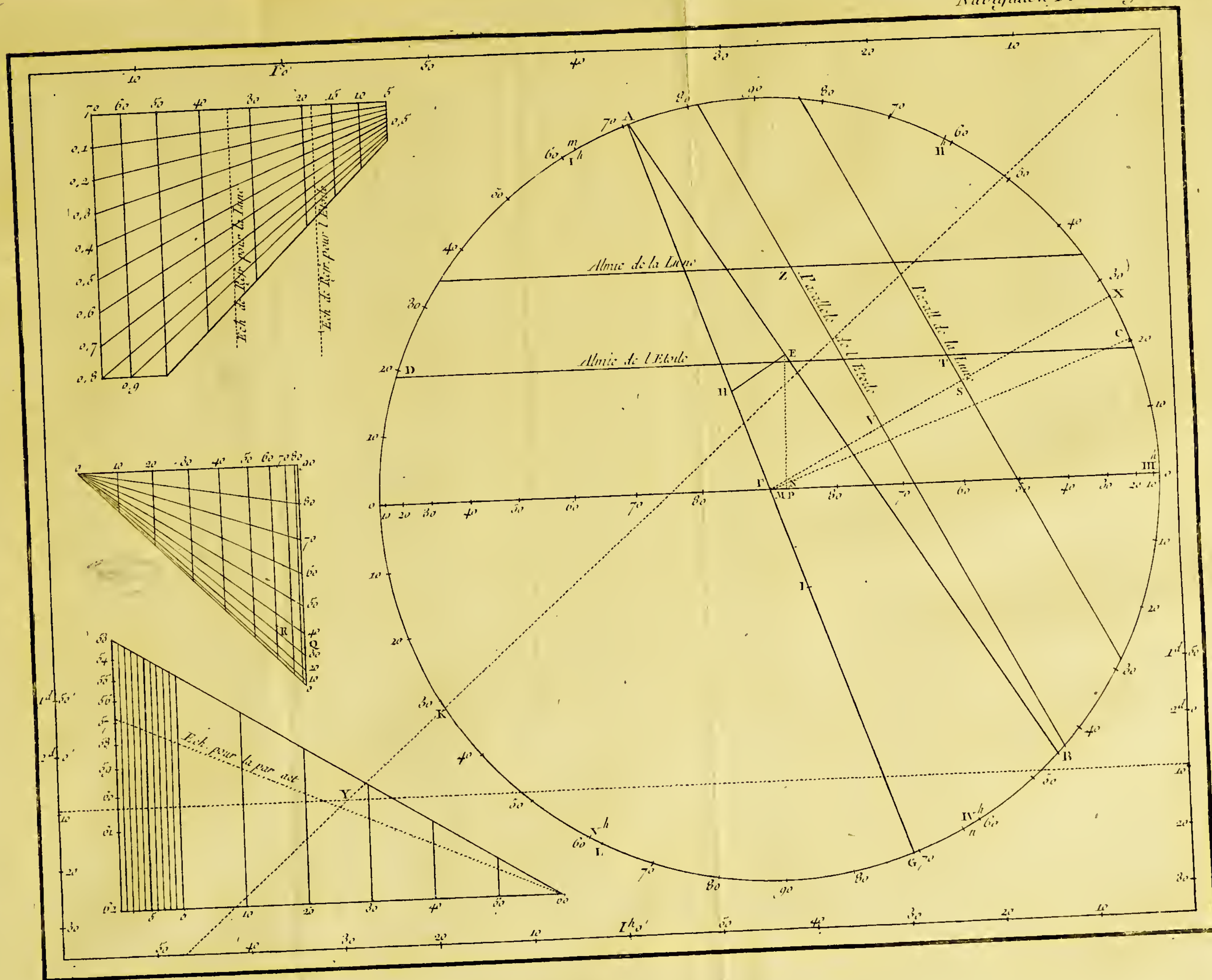

Fig. 34
A
B
E
D


Fig. 35
B
D
C
A


Fig. 33
C
G
L
K
H
A
E
F
B


Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
50


Chassis de Reduction pour le calcul des Longitudes en Mer
Echelle de modules, et de la différence entre la distance observée et reduite, et la distance calculée pour le Méridien de Paris
Degrés de hauteur apparente des Astres
Echelle d'une minute de degré divisée en dixiemes, pour la correction de la Refraction
Dixiemes de la minute de correction
Echelle de la mesure du mouvement des Astres en hauteur, à chaque minute de tems. Pour reduire les hauteurs au même instant.
Degrés d'Azimut
Degrés de la hauteur du Pole
Degrés d'Azimut
Mouvemens de la Lune en 4 heures
Minutes de la Parallaxe horizontale de la Lune
Echelle de minutes de la correction de la Parallaxe
Tems que la Lune employe à parcourir la différence entre la distance observée et reduite, et la distance calculée pour le Méridien de Paris.
Mouvemens de la Lune en 4 heures
I h
II h
III h
IV h
V h


Almic de la Lune
Almic de l'Etoile
Parall. de l'Etoile
Parall. de la Lune
Ech. pour la par. act.



IVRE CINQUIEME.

la réſolution des routes de Navigation, par diverſes méthodes.

LES Mathématiciens qui ont fait des recherches réſoudre le plus exactement, & le plus facilement eſt poſſible, les problêmes dans leſquels conſiſte le il journalier du Pilote, pour meſurer le chemin qu'il urt ſur la Mer; ces Mathématiciens ont imaginé di-s méthodes de calculs & d'opérations, dont ils ont d'établir l'uſage. Il n'eſt pas néceſſaire qu'un Pilote prenne toutes; mais il y en a trois qu'il ne doit pas er: la premiere s'exécute par un inſtrument appellé *artier de réduction* : la ſeconde par la Trigonométrie igne, & la troiſieme par les Loxodromies. Nous allons pliquer chacune avec le détail néceſſaire, & princi-ent la premiere, qui eſt preſque la ſeule en uſage nos Pilotes François.





PREMIERE SECTION

Dans laquelle on explique la maniere
naviguer par le Quartier de réductio

CHAPITRE PREMIER.

Description du Quartier de réduction, usage de cet Instrument pour la résoluti des Routes.

I.

711. LE QUARTIER de réduction est comme Carte qui convient à tous les endroits du Globe terre On pointe, pour ainsi dire, les routes sur cet instrum & après avoir vu la latitude & la longitude où elles c duisent, on transporte le point, si l'on veut, sur la C réduite, & on en tient compte sur le Journal.

712. Le Quartier est partagé en plusieurs petits qua par des lignes droites paralleles qui sont coupées perp diculairement par d'autres paralleles : celles qui vont c un sens sont des lignes Est & Ouest qui se trouvent, pa moyen, toutes divisées en parties égales, & celles qui v dans le sens perpendiculaire au premier, sont des lig Nord & Sud pareillement divisées en parties égales. Il aussi sur le plan de cet instrument plusieurs quarts de cer tracés qui ont leur centre commun dans un des angles. de ces quarts de cercles est divisé en degrés, & de 1 12 minutes par des transversales. Il part du centre plusi rayons qui font, les uns avec les autres, des angles 11° 15', & qui marquent les rumbs de vent. On voit

artier de réduction à la fin de ce Livre (*Planche XI.*) ; Pl. XI.
r en faire usage, il faut le coller sur une feuille de car-, & attacher un fil ou un crin au centre des arcs de cer-, pour suppléer aux rayons ou rumbs de vent qu'on peut, sans confusion, tracer en plus grand nombre.

713. Il est facile de former sur cet instrument tous les ngles rectangles possibles. Le fil qu'on peut tendre sur direction qu'on veut, marquée par les divisions en rés, représente l'hypothénuse. On en regle la longueur le moyen des arcs concentriques, & également éloignés ıns des autres, dont les intervalles se comptent aisément la maniere dont ils sont distingués & cotés de cinq en q. On voit avec la même facilité la longueur des deux es côtés par le moyen des droites paralleles & perpen-ulaires qui laissent aussi entr'elles des intervalles égaux.

714. Pour avoir un bon Quartier de réduction, il vaut ux le construire soi-même, ou le faire construire sur un on fin & lissé, que d'employer une feuille gravée & collée un carton, parce qu'alors il est impossible que la propor- se soit bien conservée dans toutes les parties d'une feuille papier mouillée, puis passée sous la presse, & enfin collée. Constructeurs de Navire, les Ingénieurs, Architectes, , & autres Artistes accoutumés à faire des desseins cts, sont très-propres à faire les meilleurs Quartiers de uction.

I I.

ouver combien une Route porte vers le Nord ou vers le Sud, & vers l'Est ou vers l'Ouest.

715. Puisque la navigation se fait par longitude & par tude, la premiere recherche qu'on doit faire lorsqu'on a couru quelque chemin en Mer, c'est pour savoir de nbien on a changé de longitude, & de combien on a ngé de latitude, depuis le moment où l'on a commencé compter ce chemin. Car alors connoissant la longitude

& la latitude du point d'où l'on eſt parti, il eſt facile
conclure celles du point où l'on eſt parvenu. Ce prem
problême s'énonce ainſi : *Une route d'un nombre de lie
donné étant parcourue ſous un rumb de vent connu, trou
le nombre de lieues qu'on a fait dans la ligne Eſt & Oue
& le nombre de lieues qu'on a fait dans la ligne Nord & S*

716. Pour le réſoudre par le Quartier de réductio
Pl. XI. on prend toujours le centre *C* (*Planche XI.*) pour le po
du départ. La route faite ſuivant un même rumb de vent,
compte toujours le long du fil attaché au centre, qu'
tend pour cet effet dans la direction de ce rumb, &
lieues, milles, ou telles autres portions de parties égales
chemin fait ſur ce rumb, ſe comptent ſur le Quartier p
les intervalles entre les cercles paralleles qui y ſont décri
Car cet inſtrument peut repréſenter indifféremment chaq
quart de l'Horizon. On peut prendre auſſi bien le rayon *C*
pour le Sud que pour le Nord, & le rayon *CB* tient éga
lement lieu de l'Oueſt que de l'Eſt. Le Quartier de réductio
ſatisfait à cet égard à tous les beſoins du Pilote, parce qu
les quatre portions de l'Horizon ſont diviſées de la mêm
maniere. Si l'on a couru au N E, on prendra la ligne *C*
pour le Nord, & *CB* pour l'Eſt ; & la ligne du milieu ſera
N E ; on aura le N N E entre le Nord & le N E, &c. D
même ſi l'on veut courir à l'O S O, on prendra la ligne *C*
pour le Sud, & *CB* pour l'Oueſt ; la ligne du milieu ſe
le S O, & le rayon qui eſt entre l'Oueſt & le S O, ſe
l'O S O, & ainſi des autres. A l'égard des lieues parcouru
dans l'Eſt ou l'Oueſt, & de celles qui ſont parcourues da
le Nord ou le Sud, on les compte toujours par les inter
valles des droites paralleles.

717. Le Quartier de réduction eſt moins ſujet que le
autres inſtruments aux erreurs qui viennent de faute d'at
tention, parce qu'il met ſous les yeux les opérations dan
leur plus grande ſimplicité. Il rend très-ſenſibles les plu
petites quantités quand les routes parcourues ſont fort pe
tites. En général on y regle la valeur des intervalles de
droites & des cercles paralleles, ſelon l'étendue des diviſion
de

e ce Quartier, & selon celle de la route qu'on veut ré- Pl. XI.
uire. Si l'on n'a fait que très-peu de chemin, on peut
rendre les intervalles des lignes ou des cercles paralleles
ui y sont tracés pour des lieues, pour des tiers ou pour
es dixiemes de lieue, & il suffit de n'en pas changer la
aleur pendant la même opération. Si on a couru un grand
ombre de lieues, on prend chacun de ces intervalles pour
ne lieue, pour quatre ou pour six, &c, selon qu'on le
ouve nécessaire, pour que la droite qui représente la route
arcourue, ne sorte pas hors du cadre du Quartier.

718. EXEMPLE. On a couru 46 lieues au NO $\frac{1}{4}$N.
n veut savoir combien on a avancé vers le Nord & vers
Ouest?

Je prends la ligne *CA* pour le Nord, & la ligne *CB*
our l'Ouest; la ligne du milieu sera le NO, & *CD* sera
NO $\frac{1}{4}$N. Je prends après cela chaque intervalle des
oites & des cercles paralleles pour une lieue : je compte
r *CD* 46 intervalles de cercle; ils se terminent en *E*, où
plante une épingle pour marquer le point de l'arrivée.
compte ensuite le nombre des intervalles de droites pa-
lleles à *CB* qu'il y a depuis *F* jusqu'en *E*, & j'ai les lieues
ancées vers le Nord, qui sont d'environ 38 $\frac{1}{4}$. La quan-
é dont j'ai avancé vers l'Ouest, ou dont je me suis éloigné
u Méridien vers l'Occident, est marquée par *GE*; je la
mpte par le nombre des intervalles de droites paralleles
CA compris depuis *G* jusques en *E* : je la trouve de
; lieues $\frac{1}{2}$.

719. Mais si la route eût été de 62 lieues, alors le
int *E* seroit tombé hors du cadre du Quartier, & il auroit
lu faire valoir chaque intervalle de paralleles de 2 lieues :
point *E* seroit donc tombé à 31 intervalles de cercles
ralleles comptés sur *CD*. (C'est dans cette Figure, à un
tervalle au-dessus de *L*.) L'on eût trouvé 25 $\frac{3}{4}$ intervalles
droites paralleles pour le chemin fait dans le Nord, &
7 $\frac{1}{4}$ pour le chemin fait dans l'Ouest, & comme chaque
tervalle vaut 2 lieues, on eût eu 51 lieues $\frac{1}{2}$ dans le Nord,
34 $\frac{1}{2}$ dans l'Ouest.

Pl. XI. 720. EXEMPLE II. On a couru 206 lieues au N N
On demande combien on a avancé de lieues vers le Nord
vers l'Eſt ?

La ligne CH eſt le N N E. On ne peut pas faire valo
chaque intervalle une lieue, ni deux, ni même trois; car
Quartier de réduction ne ſe trouveroit pas aſſez grand; on l
fera valoir 4 lieues, ou, ce qui revient au même, on rédui
tout au quart, c'eſt-à-dire, qu'on prendra le quart de 206
qui eſt la route parcourue, on aura $51\frac{1}{2}$. On compte
donc $51\frac{1}{2}$ intervalles de cercles depuis C juſques en O, o
l'on piquera une épingle : on verra enſuite qu'on a enviro
$47\frac{1}{2}$ intervalles de droites paralleles dans le ſens Nord &
Sud, & $19\frac{3}{4}$ dans le ſens Eſt & Oueſt. On quadruplera ce
quantités, & on aura 190 lieues au Nord, & 79 lieues
l'Eſt. On auroit pû réduire tout au cinquieme ou au ſixieme
mais le réſultat des opérations en auroit été d'autant moin
ſûr, parce que ſa préciſion dépend alors de la maniere don
on eſtime les fractions d'intervalles, & cette eſtime eſ
d'autant moins ſujette à erreur, qu'elle ſuppoſe moins d
ſubdiviſions à faire.

III.

Réduction des Lieues courues au Nord ou Sud, en degrés de différence en latitude.

721. Quand on connoît les lieues qu'on a avancé dans la ligne Nord & Sud, il eſt aiſé de ſavoir le nombre de degrés & de minutes dont on a changé en latitude, parce que (113) le Pole s'éleve ou s'abaiſſe d'autant de degrés qu'on a couru de fois 20 lieues dans cette ligne. On convertit donc les lieues en degrés & minutes en les multipliant par 3, & diviſant le produit par 60. Le quotient de cette diviſion eſt le nombre de degrés, & le reſte eſt celui des minutes. Si, par exemple, j'ai avancé 68 lieues dans le Nord, je multiplie 68 par 3, & je diviſe le produit 204 par 60; je trouve le quotient 3, & le reſte 24. J'ai donc parcouru $3^{\circ}\,24'$ en latitude.

I V.

Que la rondeur de la Terre n'empêche pas qu'on ne puiſſe prendre les routes parcourues ſur ſa ſurface pour des lignes droites, pourvu qu'on y emploie certaines précautions. Ce que c'eſt que le moyen parallele.

722. Le Quartier de réduction ne participe pas au défaut que nous avons remarqué ci-devant (232) dans les Cartes plates. Les rumbs de vent ſuivis ſur la ſurface de la Terre, ſont des lignes courbes ; mais on peut, comme on va le voir, les repréſenter ſur le Quartier de réduction par des lignes droites ſans inconvénient. On n'a qu'à jetter les yeux ſur la *Fig.* 40, & ſe ſouvenir que les loxodromies ou lignes courbes qu'on trace ſur la ſurface de la Terre, en dirigeant ſa route toujours ſur le même degré de la Bouſſole, font toujours un angle égal avec chaque Méridien, ou avec chaque ligne Nord & Sud qu'elles rencontrent. Si on ſuppoſe après cela que la loxodromie eſt diviſée en pluſieurs petites portions comme *AF*, *FG*, *GH*, &c, chacune de ces petites parties produira une petite différence en latitude *AL*, *FM*, *GN*, &c, & il faut conſidérer qu'il y a le même rapport d'une portion de la loxodromie, comme *AF*, à ſa différence en latitude correſpondante *AL*, que de toute autre portion de la même loxodromie, comme *FG* ou *HI*, &c, à ſa petite différence en latitude *FM* ou *HO*. Ainſi c'eſt préciſément la même choſe à cet égard que ſi les loxodromies ou rumbs de vent étoient des lignes droites, & que les Méridiens fuſſent paralleles entr'eux. Il s'en manque beaucoup que *AQI* ne ſoit un triangle-rectiligne-rectangle ſur la ſurface de la Mer ; mais néanmoins on peut le conſidérer comme tel ſur le Quartier de réduction, lorſqu'il s'agit de trouver le rapport du chemin à la différence en latitude. On trouve tout d'un coup ſur Fig. 40.

cet inſtrument la ſomme de toutes les petites différences latitude *AL*, *FM*, *GN*, &c, leſquelles jointes enſeml forment *AQ* ou *DI*.

723. L'opération qui donne ſur le Quartier de réducti les lieues avancées vers l'Eſt ou vers l'Oueſt, eſt égaleme réguliere, pourvu qu'elle ſoit bien entendue, & que longueur de la route courue, qu'on veut partager en lieu Nord & Sud, & en lieues Eſt & Oueſt, ne ſoit pas exce ſive comme de plus de 200 lieues. On trouve la ſomn de toutes les petites parties *LF*, *MG*, *NH*, &c; ma ces petites parties reſtent toujours ſéparées, & elles formen pas une ligne continue ſur la ſurface du Glob outre cela ces petites lignes jointes enſemble ne ſont égal ni à *QI*, ni à *AD*. Nous courons, par exemple, 100 lieu au NE : on verra ſur le Quartier de réduction que no avancerons environ 70 lieues & deux tiers vers le Nord & la même quantité à l'Eſt. Il y aura réellement $70\frac{2}{3}$ lieu depuis *A* juſqu'en Q, ou depuis *D* juſqu'en *I*; c'eſt le pro grès vers le Nord ou le changement en latitude. Mais ne ſera pas la même choſe des $70\frac{2}{3}$ lieues à l'Eſt; elles ſeroı priſes ſur de petites portions de différents paralleles conſ cutifs; & jointes enſemble elles feront plus grandes qu *QI*, & moindres que *AD*.

724. On ſuppoſe dans la pratique de la Navigatic que ces petites parties forment par leur addition la quanti *XY*, qui tient à peu près le milieu entre *QI* & *AD*. Cet ſuppoſition, quoiqu'elle ne ſoit pas vraie dans la rigueur ne peut produire aucune erreur ſenſible dans le Pilotage quand les routes n'excedent gueres 200 lieues. Ainſi le $70\frac{2}{3}$ lieues dont le Quartier de réduction nous apprend qu nous avons avancé vers l'Eſt, lorſque nous avons cour 100 lieues au NE, depuis *A* juſqu'en *I*, ne ſont cenſée avoir été faites ni depuis *A* juſqu'en *D* ſur le parallele de latitude du départ, ni depuis Q juſqu'en *I* ſur le parallel de l'arrivée : on les ſuppoſe faites depuis *X* juſqu'en *Y* pa une latitude moyenne entre ces deux ; on appelle *XY* l *moyen parallele*.

725. Mais ces mêmes lieues avancées vers l'Eſt ou vers Oueſt doivent produire plus ou moins de différence en ongitude, ſelon que le moyen parallele eſt plus ou moins oin de l'Equateur. Si l'on court 20 lieues à l'Eſt ou à l'Oueſt ur la Ligne, on ne change que d'un degré en longitude, u lieu que 20 lieues courues à l'Eſt par 60 deg. de moyen arallele, donneroient 2 degrés de différence en longitude, arce que les degrés de longitude répondent à des eſpaces e chemin d'autant plus courts, qu'on s'éloigne plus de la igne. Les lieues que nous avons parcourues vers l'Eſt ou ers l'Oueſt ont donc beſoin d'une réduction particuliere, our que nous puiſſions les convertir en degrés de longitude. utrement le Quartier de réduction deviendroit abſolument emblable à la Carte plate, & il ſeroit ſujet à la même nperfection.

V.

Méthode de réduire en degrés de longitude les lieues parcourues vers l'Eſt ou vers l'Oueſt ſur un cercle parallele à l'Equateur.

726. Lorſqu'on connoît le nombre de lieues parcourues lans la ligne Eſt & Oueſt, & par conſéquent dans un ſens arallele à l'Equateur, il faut convertir ce chemin en degrés & minutes de longitude. Si, par exemple, on a fait 100 ieues vers l'Eſt ſur le Globe terreſtre de la *Figure* 28 depuis Fig. 28. T jusqu'en *L*: ces 100 lieues, ſi elles étoient courues ſur un grand cercle, occuperoient un arc de 5 deg. mais dans e cas préſent elles doivent en occuper un d'un plus grand nombre de degrés, à cauſe de la petiteſſe de ceux du parallele *B C*. Nous n'avons qu'à chercher de combien de legrés eſt l'arc *Z A* auquel elles répondent ſur l'Equateur: es arcs *T L* & *Z A* ſont équivalents quant à la longitude, parce qu'ils ſont compris entre les mêmes Méridiens.

727. La théorie de cette réduction eſt fort ſimple. Il eſt évident que ſur le Globe les eſpaces *T L* & *Z A* ſont dans le même rapport que les circonférences des cercles

dont ils font parties. D'un autre côté ces circonférences son dans le même rapport que leurs rayons. Ainsi l'espace *Z A* est plus grand que *TL*, dans le même rapport que le rayon de l'Equateur est plus grand que le rayon du parallele *B C*. Il suit de-là que pour réduire l'espace *TL* mesuré en tiers de lieues ou en minutes, à l'espace correspondant *Z A* aussi mesuré en minutes, il suffit d'augmenter le nombre des minutes ou des tiers de lieue parcourues sur *TL*, dans le même rapport que le rayon de l'Equateur est plus grand que le rayon du parallele.

728. Supposé que *CB* (*Figure* 27.) représente la moitié de l'axe de la Terre, & que *C* soit le centre, *B* un des Poles, *CA* un rayon de l'Equateur, & que *AD* marque la latitude de l'endroit où l'on est; il n'y a qu'à étendre l'espace *FD* parcouru Est & Ouest sur le rayon de *C* en *A*, & on réduira *FD* à *CA* ou à *CD* : or il est évident que par cette opération on ne fait que mettre entre *F D* & *CA* le même rapport qu'il y a sur le Globe (*Fig*. 28.) entre *TL* & *Z A*. Si l'espace parcouru Est & Ouest devoit être exprimé par une droite plus grande que *FD*, il n'y auroit qu'à la placer au-dessus parallélement à *FD*, comme depuis *B* jusqu'en *H*; & si du point *C*, comme centre, on décrivoit un plus grand cercle qui passât par le point *H*, alors *CH* en seroit le rayon, & représenteroit l'espace *B H* du parallele réduit à l'espace correspondant sur l'Equateur. Car à cause de *BH* parallele à *FD*, la latitude seroit toujours la même.

Pl. XI. 729. Pour exécuter l'opération précédente sur le Quartier de réduction, on compte les degrés de latitude sur le quart de cercle gradué, en commmençant au point *B*. Le Quartier ne représente pas alors l'Horizon, ou la surface de la Mer; mais le quart du Méridien terrestre; la ligne *CB* prolongée plus ou moins, représente le rayon de l'Equateur, & *CA* la moitié de l'axe de la Terre. On arrête le fil par son bout en le faisant passer par le degré de la latitude du parallele. On donne ensuite aux intervalles des droites paralleles à *CA*, une valeur de lieues parcourues Est & Ouest

proportionnée au nombre de celles qu'on a à réduire, en- Pl. XI.
sorte que le tout puisse être contenu sur le Quartier. On commence à compter ces lieues depuis la ligne *CA* le long d'une perpendiculaire à *CA* tirée à la vue depuis le point où est marqué le degré de la latitude. (Les droites paralleles à *BC* servent à guider la vue, sans qu'il soit besoin de tirer effectivement cette perpendiculaire.) On compte, dis-je, ces lieues jusques à la rencontre de cette perpendiculaire avec le fil. On plante une épingle à ce point de rencontre. On compte ensuite combien il se trouve d'intervalles d'arcs concentriques depuis *C* jusques à l'épingle, & faisant valoir chaque intervalle autant de fois 3 minutes qu'on a supposé que l'intervalle entre chaque parallele à *CA* valoit de lieues, on a le nombre des degrés & minutes de l'arc en longitude qui répond aux lieues parcourues Est & Ouest.

730. *Premier Exemple.* On a avancé 61 lieues à l'Est par un moyen parallele de 42 deg. de latitude. On demande le changement en longitude?

Après avoir compté 42 degrés sur le quart de cercle *AB* du Quartier de réduction, depuis le point *B*, je tends le fil sur ce nombre de degrés; sa situation est représentée par une ligne ponctuée *CK*. Faisant ensuite valoir 2 lieues les petits intervalles des droites paralleles à *CA*, je compte les 61 lieues parallélement à *CB*, depuis *I* jusqu'en *K*, & je plante une épingle dans ce dernier point. Je trouve enfin, en comptant le long du fil le nombre des intervalles concentriques compris entre le centre *C* & le point *K*, & en faisant valoir chacun 6 minutes, parce que j'ai fait valoir 2 lieues l'intervalle des droites paralleles, je trouve, dis-je, 41 intervalles, qui valent 41 fois 6 minutes, ou $4^\circ\ 6'$.

731. *Second Exemple.* On a avancé 105 lieues à l'Est ou à l'Ouest sur un moyen parallele de $50^\circ \frac{1}{2}$ de latitude. On demande combien on a changé en longitude?

On tendra le fil sur $50^\circ\ 30'$ de latitude, prenant les intervalles des droites paralleles à *AB* pour 5 lieues, on placera une épingle sur celle qui est marquée 21 à l'endroit où elle est rencontrée par une parallele à *CB*. On comptera

Pl. XI. ensuite le long du fil environ 33 intervalles de cercles con-centriques, dont il faut faire valoir chacun 15 minutes, à cause que l'intervalle des droites paralleles vaut 5 lieues; & on aura 8° 15′ pour la différence en longitude.

732. La réduction que nous venons d'expliquer, s'appelle communément *la réduction des lieues mineures en lieues majeures.* Cette expression est très-impropre, parce qu'elle présente l'idée d'une réduction de lieues plus petites à des lieues plus grandes, ce qui n'est pas, mais seulement à un plus grand nombre de lieues. On a voulu exprimer par-là *la réduction des lieues parcourues sur un parallele à l'Equateur, (lequel parallele est un* petit *cercle,) aux lieues correspondantes sur l'Equateur, (qui est un* grand *cercle,) & qui réduites en degrés, à raison de 20 lieues pour chacun, donneroient la différence de longitude parcourue sur ce parallele.* Comme cette expression n'est nullement nécessaire pour abréger les détails des explications des opérations du Pilotage, nous ne nous en servirons pas.

CHAPITRE II.

Résolution des Problêmes généraux de Navigation par le Quartier de réduction.

733. ON A VU, lorsque nous avons traité des Cartes Marines, qu'il se présente plusieurs Problêmes, selon les différentes particularités qu'on connoît de la route, & celles qu'on veut découvrir. Nous allons parcourir ces Problêmes, en les éclaircissant par des exemples.

I.

PREMIER PROBLEME GÉNÉRAL.

734. *On connoît le point du départ, (* c'est-à-dire, *sa longitude & sa latitude,) le rumb de vent qu'on a suivi, & le*

nbre de lieues qu'on a courues. Il s'agit de déterminer le Pl. XI.
nt d'arrivée, c'eſt-à-dire, *ſa latitude & ſa longitude.*
Ce Problême eſt d'un uſage journalier dans la Naviga-
n, ſur-tout lorſque l'on n'a pu obſerver la latitude au
nt d'arrivée.

735. *Premier Exemple.* On eſt parti de 40° 45′ de
tude Nord, & de 15° 20′ de longitude. On a couru
lieues au N E $\frac{1}{4}$ N. On demande la latitude & la longi-
le d'arrivée?

	Deg.	Min.
titude du départ Nord.	40	45
férence en latitude Nord.	2	30
titude d'arrivée Nord.	43	15
yen parallele	42	0
gitude du départ.	15	20
férence en longitude Eſt.	2	15
gitude d'arrivée.	17	35

50 Lieues Nord.
33 $\frac{1}{2}$ Lieues Eſt.
40° 45′
43° 15′
84° 0′
42° 0′ Moyen parallele.
2° 15′ diff. en Long. Eſt.

EXPLICATION.

736. On diſpoſera les articles comme ci-deſſus, en les
rivant, & on mettra vis-à-vis les quantités qu'on con-
ît déja, telles que la latitude du départ 40° 45′ & la
ngitude 15° 20′. On remplira les autres articles à meſure
'on avancera dans l'opération. On comptera ſur le Quar-
r de réduction 60 lieues le long du N E $\frac{1}{4}$ N. Ce rumb de
nt eſt repréſenté par la ligne *CD*, pendant qu'on prend
A pour le Nord, & *CB* pour l'Eſt. Les 60 lieues ſe ter-
neront en *L*, ſi l'on prend chaque intervalle pour deux
ues. L'épingle étant piquée dans le point *L*, on aura les
ues Nord le long de *QL*, on en trouvera 50, & les lieues
ſt ſe trouveront le long de *PL* : on verra qu'il y en a
viron 33 $\frac{1}{2}$. On écrira à part les lieues Nord & les lieues
ſt, comme on le voit ci-deſſus.

737. On réduira enſuite les lieues Nord en degrés de
titude à raiſon de 20 lieues par degré. Ainſi nos 50 lieues
ord valent 2° 30′ de différence en latitude Nord : on écrit
tte différence en latitude dans ſon article, & il faut l'a-
uter avec la latitude du départ, parce qu'on s'eſt éloigné
l'Equateur. On trouve 43° 15′ pour la latitude d'arrivée.

Pl. XI. 738. La réduction des $33\frac{1}{2}$ lieues Eſt en degrés longitude demande, comme on le fait déja, un peu p de peine, parce qu'elles ſont courues ſur un petit cerc Pour cela on fait une ſomme de la latitude du départ & la latitude d'arrivée, & on en prend la moitié, pour avoir qu'on appelle *le moyen parallele*, c'eſt ici $42^\circ\ 0'$. C'eſt do ſur ce moyen parallele qu'il faudra réduire les $33\frac{1}{2}$ lieu Eſt en différence de longitude (730).

739. Il faut compter 42 degrés ſur l'arc gradué Quartier de réduction, en commençant au point *B*. C tendra le fil, & on comptera enſuite les Lieues Eſt parall lement au côté *CB*; ou, ce qui revient au même, on n qu'à faire monter ou deſcendre parallélement aux lign Nord & Sud l'épingle qui étoit en *L*, & on la plantera da le point *M*, où on rencontre le fil du moyen parallele. C ſera préciſément la même choſe que ſi l'on comptoit l lieues Eſt depuis *N* juſqu'en *M*; & on aura le long du f 22 intervalles $\frac{1}{2}$ d'arcs concentriques, leſquels, à raiſon d 6 minutes pour chacun, donnent $2^\circ\ 15'$ de différence e longitude. On ajoutera cette différence à la longitude d point de départ, parce qu'en courant à l'Eſt, on augment en longitude. Il vient donc $17^\circ\ 35'$ pour la longitude d'ar rivée : & le Problême eſt entiérement réſolu.

740. *Second Exemple.* On eſt parti de $50^\circ\ 30'$ d latitude Nord, & de $359^\circ\ 6'$ de longitude; on a couru 40 lieues au S E 3 deg. E. On demande la latitude & lon- gitude d'arrivée.

	Deg.	Min.	
Latitude du départ N. . . .	50	30	$26\frac{2}{3}$ Lieues Sud.
Différence en latitude S . .	1	20	$29\frac{1}{4}$ Lieues Eſt.
Latitude d'arrivée N	49	10	$50^\circ\ 30'$
Moyen parallele	49	50	$49^\circ\ 10'$
Longitude du départ	359	6	$99^\circ\ 40'$
Différence en longitude E . .	2	19	$49^\circ\ 50'$ Moyen parallele.
Longitude d'arrivée	1	25	$2^\circ\ 19'$ diff. en Long. Eſt.

EXPLICATION.

741. Après avoir diſpoſé les articles comme ci-deſſus, je tends le fil du Quartier de réduction ſur le S E 3 deg. E,

ur repréſenter la route que nous avons faite. Cette di- Pl. XI. ction eſt marquée par la ligne ponctuée CK, lorſqu'on end la ligne CA pour le Sud, & la ligne CB pour l'Eſt; ligne CK eſt éloignée du S E de 3 degrés vers l'Eſt. Je mpte après cela le long du fil les 40 lieues que j'ai cou- es, & je pique une épingle dans le point où elles ſe ter- nent. On peut prendre les intervalles pour 2 lieues, ou ur une lieue; mais nous préférons ici cette ſeconde maniere compter, afin de rendre plus ſenſibles les moindres par- s de la lieue. Je pique l'épingle dans le point R, & je uve que je me ſuis écarté de la ligne Eſt & Oueſt CB 26 $\frac{2}{3}$ lieues, qui eſt la quantité dont je ſuis deſcendu vers Sud; & je vois en même temps que je me ſuis éloigné de ligne Nord & Sud CA de 29 lieues $\frac{3}{4}$, & ce ſont mes ues Eſt.

742. Les 26 $\frac{2}{3}$ lieues Sud valent 1° 20′ de différence en titude Sud. C'eſt toujours le ſens dans lequel on marche i regle la dénomination de la différence en latitude : ioiqu'on ſoit dans la partie du Nord de la Terre, la diffé- nce en latitude eſt Sud, toutes les fois que la route qu'on it tient quelque choſe du Sud. Il faut, dans le cas préſent, ſouſtraire de la latitude du départ, puiſqu'on s'eſt ap- oché de l'Equateur. Le moyen parallele ſera 49° 50′, & après avoir tendu le fil ſur ce nombre de degrés, qu'on ra commencer en B, on compte les lieues Eſt de côté, ou on fait monter l'épingle parallélement aux lignes Nord & ıd, juſqu'à la rencontre du fil, on trouvera par les arcs ncentriques 2° 19′ de différence en longitude. Nous rons ajouté cette différence à la longitude du départ, rce que nous avons couru à l'Eſt. Il nous vient donc 61° 25′, ou 1° 25′, pour la longitude d'arrivée, en rejet- nt 360 degrés.

743. *Troiſieme Exemple.* On eſt parti de 55 degrés de titude Sud, & de 2° 50′ de longitude : on a couru 200 eues au S O $\frac{1}{4}$ O. On demande la latitude & longitude 'arrivée?

Pl. XI.

	Deg.	Min.	
Latitude du départ S. . . .	55		111 Lieues Sud.
Différence en latitude S. . .	5	33	$166\frac{1}{3}$ Lieues Oueft.
Latitude d'arrivée S	60	33	55°
Moyen parallele	57	46	60 33′
Longitude du départ.	362	50	115° 33′
Différence en longitude O. .	15	39	57 46 Moyen paralle
Longitude d'arrivée.	347	11	15 39 diff. en Long.

EXPLICATION.

744. Nous avons ajouté la différence en latitude à latitude de départ, parce qu'en courant au Sud, nous no fommes éloignés de l'Equateur. Quant à la longitude, no avons diminué en courant à l'Oueft; mais comme notre lo gitude du départ n'étoit pas affez grande pour pouvoir fai la fouftraction, au lieu d'écrire 2° 50′, nous avons m 362° 50′, ce qui eft précifément la même chofe, & no avons trouvé 347° 11′ pour la longitude d'arrivée. No avons paffé le premier Méridien, & nous fommes arrivés d l'autre côté : ce feroit 12° 49′ de longitude Occidentale felon la maniere de compter de quelques Pilotes.

745. *Quatrieme Exemple.* On eft parti de 0° 15′ d latitude Sud, & de 15° 30′ de longitude ; on a couru 53 lieues au N N O de la Bouffole, pendant que la variatio étoit de 10 degrés N O. On demande la latitude & la lon gitude d'arrivée ?

	Deg.	Min.	
Latitude du départ S.	0	15	45 Lieues Nord.
Différence en latitude N . . .	2	15	29 Lieues Oueft.
Latitude d'arrivée N	2	0	. . . .
Moyen parallele	1	0	. . . .
Longitude du départ	15	30	. . . .
Différence en longitude O . .	1	27	. . . .
Longitude d'arrivée	14	3	. . . .

746. Nous fuppofons dans cet Exemple que la Bouffol a de la variation ; & puifque cette variation eft de 10 deg N O, il eft évident que pendant que nous croyions couri au N N O, nous avons couru effectivement au N N O 10 deg. O. Il ne faut donc pas tendre le fil fur la ligne *CH* qui repréfente le N N O ; mais il faut s'en écarter de 10 deg.

rs CB, qui repréſente l'Oueſt, pendant que CA repré- Pl. XI.
nte le Nord. Nous avons enſuite pris chaque petit inter-
lle pour une lieue, & ayant planté l'épingle en T, nous
ouvons que nous avons avancé de 45 lieues vers le Nord
de 29 vers l'Oueſt.

747. On n'étoit d'abord que par 0° 15′ de latitude
id, & puiſqu'on a avancé 45 lieues vers le Nord, ou
15′, on a traverſé l'Equateur, & on eſt parvenu à
deg. de latitude Septentrionale. On doit paſſer ainſi d'un
émiſphere dans un autre, toutes les fois qu'on court vers
Equateur, & que la différence en latitude eſt plus grande
ie la latitude du départ. Les Commençants n'ont qu'à
ter les yeux ſur la Carte réduite, pour diſſiper toutes les
fficultés qui ſe préſentent à eux ſur ce ſujet. Lorſque les
titudes ſont de différentes dénominations, celle du départ
celle d'arrivée, on ſe contente de prendre le moyen pa-
llele pour la plus forte ; c'eſt-à-dire, qu'on prend la moitié
la plus grande. Les lieues Nord & Sud, & les lieues Eſt
Oueſt ſont ici ſenſiblement égales, parce qu'on eſt à très-
eu de diſtance de l'Equateur.

II.

SECOND PROBLEME GÉNÉRAL.

748. *On connoît le point du départ, le rumb de vent
u'on a ſuivi, & la latitude d'arrivée. On demande la lon-
ueur du chemin qu'on a fait, & la longitude d'arrivée ?*

Premier Exemple. On eſt parti de 40° 45′ latitude Sud,
de 250 deg. de longitude, on a couru au S E $\frac{1}{4}$ S, juſques
ar la latitude de 43° 15′ auſſi Sud. On demande le nombre
e lieues qu'on a courues, & la longitude de l'arrivée ?

	Deg.	Min.
atitude du départ S. . . .	40	45
atitude d'arrivée S	43	15
ifférence en latitude S. . .	2	30
Moyen parallele	42	0
ongitude du départ.	250	0
ifférence en longitude E. .	2	15
ongitude d'arrivée.	252	15
Lieues de diſtance 60.		

33 $\frac{1}{2}$ Lieues Eſt.		
40°	45′	
43	15	
84°	0′	
42	0	Moyen parallele.
2	15	Diff. longit. Eſt.

EXPLICATION.

Pl. XI. 749. On écrit les articles dans l'ordre qu'on voit c
deſſus, en rempliſſant ceux dont on connoît les quantit
On ôte une latitude de l'autre, & on peut, ſi on le veu
pour rendre l'opération plus facile, mettre toujours la pl
grande latitude la premiere. Il vient dans cet Exemp
2° 30′ pour la différence en latitude, laquelle vaut 50 lieu
qu'on a avancées vers le Sud. Il faudra après cela tend
le fil ſur le rumb de vent, c'eſt-à-dire, ſur la ligne *CD*
qui repréſente le SE¼S, & on comptera, en s'éloignan
de *CB*, les 50 lieues dont on a avancé vers le Sud, ou don
on a changé de latitude. Si l'on prend chaque petit inter
valle pour 2 lieues, les 50 lieues comptées parallélement
CA, viendront ſe terminer au point *L*, où on plantera un
épingle. On aura depuis *C* juſqu'en *L* les lieues de diſtanc
ou la quantité du chemin qu'on a fait; elle eſt de 60 lieues, &
les lieues Eſt ſeront de 33½ le long de *PL*.

750. On cherchera enſuite le moyen parallele comm
à l'ordinaire, & réduiſant les lieues Eſt en différence d
longitude, on trouvera 2° 15′, qu'on ajoutera, parce que l
route a été faite vers l'Eſt.

751. *Second Exemple*. On eſt parti de 50° 30′ de lati-
tude Nord, & de 1 degré de longitude, on a couru au SE
ſur un compas qui avoit 3 degrés de variation NO, juſqu'à
ce qu'on ſoit arrivé par 49° 10′ de latitude auſſi Nord. On
demande les lieues de diſtance & la longitude d'arrivée?

	Deg.	Min.			
Latitude du départ N	50	30	29¾ Lieues Eſt.		
Latitude d'arrivée N.	49	10	50°	30′	
Différence en latitude S. . .	1	20	49	10	
Moyen parallele	49	50	99°	40′	
Longitude du départ.	1		49	50	Moyen parallele.
Différence en longitude E . .	2	19			
Longitude d'arrivée.	3	19	2	19	Diff. Longit. Eſt.
Lieues de diſtance 40.					

752. Nous avons ſuppoſé dans cet Exemple, que la
Bouſſole avoit 3 degrés de variation NO; ce qui a dû

ımper le Pilote fur la direction de fa route. Lorfque la va- Pl. XI.
tion eft N O, tous les rumbs de vent de la Bouffole du té de l'Oueft doivent s'approcher du Sud, & les rumbs vent de l'Eft doivent s'approcher du Nord. Ainfi pennt qu'on s'imaginoit fuivre le S E, on couroit effectivent au S E 3 deg. E; & c'eft donc ce dernier rumb de nt qu'il faut faire convenir avec 1° 20′ de différence en itude, ou avec les 26 $\frac{2}{3}$ lieues avancées vers le Sud. J'ai t valoir les petits intervalles une lieue, & j'ai piqué l'éngle en *R*; ce qui m'a mis en état de voir que le chemin R étoit de 40 lieues, & qu'il y avoit 29 $\frac{3}{4}$ lieues Eft.

753. *Troifieme Exemple.* On eft parti de 0° 15′ de latide Sud, & de 110 deg. de longitude, on a couru au N N O) deg. O, jufques par 2 degrés de latitude Nord. On :mande les lieues de diftance & la longitude d'arrivée ?

	Deg.	Min.	
titude du départ S	0	15	29 Lieues Oueft
titude d'arrivée N. . . .	2	0	
ifférence en latitude N. . .	2	15	
oyen parallele	1	0	
ngitude du départ.	110	0	1° 27′ diff. de long. Oueft.
ifférence en longitude O. .	1	27	
ngitude d'arrivée	108	33	
eues de diftance 53 $\frac{1}{2}$.			

754. Les deux latitudes font de différentes dénominaons dans cet Exemple: l'une eft Nord & l'autre Sud. Il ut dans ce cas les ajouter pour avoir leur différence. Car, proprement parler, la quantité que nous nommons diffénce, eft plutôt l'intervalle entre les deux latitudes, ou ur changement. On eft parti de 0° 15′ de latitude Sud, : arrivé par 2 deg. de latitude N, il faut pour cela avoir vancé vers le N, ou avoir changé en latitude de 2° 15′ aleur de 45 lieues Nord. On plantera d'abord l'épingle en ', fi on prend chaque petit intervalle pour une lieue, &c.



Pl. XI.

III.

TROISIEME PROBLEME GÉNÉRAL.

755. *On connoît* dans ce Problême *le point du départ la latitude d'arrivée, avec la longueur du chemin qu'on fait. On demande le rumb de vent qu'on a suivi, & la longi tude d'arrivée ?*

Premier Exemple. On eſt parti de 50° 30′ de latitu Nord, & de 35° 10′ de longitude, on a couru 45 lieu entre le Sud & l'Eſt, & on s'eſt trouvé par 49° 0′ de lat tude auſſi Nord. On demande le rumb de vent auquel c a couru, & la longitude d'arrivée ?

	Deg.	Min.
Latitude du départ N	50	30
Latitude d'arrivée N	49	0
Différence en latitude S . . .	1	30
Moyen parallele	49	45
Longitude du départ	35	10
Différence en longitude E. . .	2	36
Longitude d'arrivée.	37	46
Rumb de vent S E 30 E.		

33 ½ Lieues Eſt.		
50°	30′	
49	0	
99°	30′	
49	45	Moyen parallele.
2	36	Diff. Longit. Eſt.

EXPLICATION.

756. On trouvera la différence en latitude, comm dans le Problême précédent; elle eſt de 1° 30′ valeur d 30 lieues Sud que je compte ſur le côté *CA*, depuis jusqu'en *N*, en prenant chaque petit intervalle pour deu lieues. Je compte enſuite ſur les arcs les 45 lieues de chemin & les faiſant convenir avec la différence en latitude, ou le 30 lieues Sud, je plante l'épingle en *M*. J'ai les lieues Eſ 33 ½, depuis *N* juſqu'en *M*; & tendant le fil de maniere qu'il paſſe par ce dernier point, j'ai le S E 3 deg. E pou mon rumb de vent. Il ne me reſte plus après cela qu'à chercher le moyen parallele, & à réduire les lieues Eſt en différence de longitude.

757. *Second Exemple.* On eſt parti de 48° 45′ de latitude Nord, & de 2° 50′ de longitude : on a couru 160 leues entre

ntre le Sud & l'Oueſt, & on eſt arrivé par 43° 30′ de latitude auſſi Nord. On demande le rumb de vent qu'on a ſuivi, & la longitude d'arrivée. Pl. XI.

	Deg.	Min.
atitude du départ N. . . .	48	45
atitude d'arrivée N. . . .	43	30
ifférence en latitude S. . .	5	15
oyen parallele.	46	7
ongitude du départ. . . .	362	50
ifférence en longitude. . .	8	43
ongitude d'arrivée . . .	354	7
umb de vent S O 4° O.		

120¾ Lieues Oueſt.
48° 45′
43 30
92° 15′
46 7 Moyen parallele.

8 43 diff. de Long. O.

IV.

QUATRIEME PROBLEME GENERAL.

758. *On connoît les latitudes & longitudes du départ & 'arrivée, & on veut trouver le rumb de vent qui conduit 'un de ces points à l'autre, & la longueur du chemin.* Ce 'roblême eſt abſolument l'inverſe du premier. Deux points ont donnés ſur la ſurface du Globe terreſtre, par la con-oiſſance qu'on a de leurs latitude & longitude : on cherche ombien il y a de lieues de diſtance entre ces deux points c leur direction reſpective.

759. La ſolution de ce Problême eſt une opération plu-ôt à faire ſur la Carte que ſur le Quartier de réduction : ur la Carte réduite, rien n'eſt plus facile quand elle a aſſez l'étendue pour contenir la poſition des deux points (voyez N° 258); mais ſur le Quartier de réduction l'opération eroit très-défectueuſe, ſi la diſtance des points donnés toit conſidérable, comme de 300 lieues & au-delà.

760. *Premier Exemple.* On eſt parti de 40° 45′ lati-ude Nord, & de 354 deg. de longitude; on eſt arrivé par 43° 15′ de latitude auſſi Nord, & par 356° 15′ de longi-ude. On demande le rumb de vent & les lieues de diſtance.

Pl. XI.

	Deg.	Min.
Latitude du départ N. . . .	40	45
Latitude d'arrivée N. . . .	43	15
Différence en latitude N . .	2	30
Moyen parallele	42	0
Longitude du départ	354	0
Longitude d'arrivée	356	15
Différence en longitude E. .	2	15
Rumb de vent N E $\frac{1}{4}$ N.		
Lieues de distance 60.		

2° 15′ diff. Longit. E
40 45
43 15
840 0′
42 0 Moyen parallele
33 $\frac{1}{2}$ Lieues Eſt.

EXPLICATION.

761. On trouvera la différence en latitude comme ci-devant. Elle eſt Nord, puiſqu'on eſt dans l'Hémiſpher[e] ſeptentrional, & qu'on augmente en latitude. Ainſi on [a] couru vers le Nord. La différence en longitude 2° 15′ [ſe] trouve auſſi en ôtant une des longitudes de l'autre, & cett[e] différence eſt Eſt, puiſque la longitude d'arrivée eſt plu[s] grande que l'autre. C'eſt-à-dire que notre route, quant a[u] changement en longitude qu'elle a produit, répond à 2° 15 le long de l'Equateur. Il faut après cela faire le contrair[e] de ce que nous faiſions. Ces 2° 15′ doivent être réduit[s] en lieues Eſt, afin que nous ſachions combien de lieues nou[s] avons avancé effectivement vers l'Eſt, ſur le parallele où ſ[e] fait notre Navigation.

762. Nous tendons le fil ſur les 42 degrés du moye[n] parallele, & comptant le long du fil, depuis le centre 22 $\frac{1}{2}$ intervalles de cercles concentriques, qui vaudron[t] chacun 6 minutes de degrés de longitude, nous planton[s] l'épingle en *M*; cela poſé, chaque petit intervalle des paralleles à *CA* vaut 2 lieues, & nous trouvons 33 $\frac{1}{2}$ lieue[s] Eſt depuis *N* juſqu'en *M*. Enfin nous faiſons quadrer ce[s] 33 $\frac{1}{2}$ lieues Eſt avec la différence en latitude 2° 30′, ou le[s] 50 lieues Nord qu'on comptera depuis *C* juſqu'en *P*. O[n] tranſportera l'épingle de *M* en *L*; on aura en *CL* 60 lieue[s] pour le chemin, & on verra en même temps qu'on a couru au N E $\frac{1}{4}$ N; puiſque la différence en latitude eſt Nord, & la différence en longitude eſt Eſt. Ce ſeroit au contraire le S O $\frac{1}{4}$ S, ſi l'on avoit diminué en latitude & en longitude.

763. *Second Exemple.* Un lieu eſt par 58° 45′ de lati- Pl. XI.
ude Nord, & 7° 30′ de longitude. Un autre eſt par 52° o′ de latitude auſſi Nord, & par 354° 54′ de longitude. On demande le chemin du premier à l'autre.

	Deg.	Min.
atitude du départ N. . . .	58	45
atitude d'arrivée N. . . .	52	30
ifférence en latitude S. . .	6	15
Moyen parallele.	55	37
ongitude du départ.	367	30
ongitude d'arrivée	354	54
ifférence en longitude O. .	12	36
umb de vent S O 3° 40′ O.		
ieues de diſtance 189.		

12°	36′	diff. en Long. O.
58	45	
52	30	
111°	15′	
55	37	Moyen parallele.
142 Lieues Oueſt.		

764. La différence en latitude eſt 125 lieues Sud dans cet Exemple, puiſqu'on a diminué en latitude; & cela, orſqu'on eſt par une latitude Nord. Au lieu d'écrire 7° 30′ le longitude du départ, nous avons mis 367° 30′ pour pouvoir trouver la différence en longitude. Cette différence eſt Oueſt, puiſqu'on a diminué en longitude; il faut la réduire en lieues Oueſt. On la comptera pour cela le long du fil qu'on aura tendu ſur le moyen parallele 55° 37′, & on trouvera de côté 142 lieues Oueſt, qu'il ne reſte plus qu'à faire quadrer avec les 125 lieues Sud.

765. On apprend par ce Problême que, pour ſe rendre du point propoſé à l'autre, il faut faire le S O 3° 40′ O. Mais ſi on vouloit faire cette route avec une Bouſſole qui eût de la variation, ce ſeroit le cas où il faudroit prévenir l'erreur dans laquelle on tomberoit, ſi l'on ne ſe précautionnoit pas. Suppoſé que la variation ſoit N O de 4 deg. tous les rumbs de vent de la Bouſſole, qui ſont du côté de l'Oueſt, doivent s'approcher du Sud de cette même quantité. Ainſi en ſuivant le S O 3° 40′ O, on courroit moins vers l'Oueſt; il faut donc s'éloigner davantage du S O vers l'O. On prendra le S O 7° 40′ O ſur la Bouſſole; la variation ſera enſuite cauſe qu'on ne courra effectivement qu'au S O 3° 40′ O.

766. *Troiſieme Exemple.* On eſt parti de 2 degrés de

Pl. XI. latitude Sud & de 357 deg. de longitude, & on est arriv
par 5 deg. de latitude Nord, & par 3 degrés de longitud
On demande les lieues de distance & le rumb de vent.

	Deg.	Min.	
Latitude du départ S	2	0	6° 0′ diff. en Longit. Est.
Latitude d'arrivée N. . . .	5	0	
Différence en latitude N . .	7	0	120 Lieues Est.
Moyen parallele	2	30	. . . .
Longitude du départ. . .	357	0	. . . .
Longitude d'arrivée	363	0	. . . .
Différence en longitude E . .	6	0	. . . .
Rumb de vent NE 4° 24′ N.			
Lieues de distance 184½.			

767. Il a fallu dans cet Exemple ajouter ensemble le deux latitudes pour avoir leur différence, parce qu'elles son de diverses dénominations. On a traversé l'Equateur, & on a avancé vers le Nord. Nous avons trouvé le moyen parallele en prenant la moitié de la plus grande latitude. La différence en longitude est E : on a augmenté en longitude car 3 deg. est la même chose que 363 deg. qui est plus grand que 357 deg. Les 6 deg. de différence en longitude valent 120 lieues Est. On a enfin fait quadrer ces 120 lieues avec les 140 lieues Nord qui répondent aux 7 deg. de différence en latitude Nord, & on a trouvé les lieues de distance & le rumb de vent.

V.

CINQUIEME PROBLEME GENERAL.

768. *On connoît le point du départ & la longitude d'arrivée avec le rumb de vent ; on demande les lieues de distance & la latitude d'arrivée.*

Ce Problême n'a guéres lieu dans la pratique de la navigation, où il seroit singulier de se trouver en un point d'arrivée dont la longitude seroit connue & la latitude ne le seroit point. C'est plutôt pour completter le nombre des cas possibles, que pour son utilité, qu'on en donne ici la solution.

769. *Exemple.* On est parti de 45° 20′ de latitude Nord, & 323 deg. de longitude; on a couru au NE 30° E jusques par 345° 36′ de longitude. On demande les lieues de distance & la latitude d'arrivée.

Pl. XI.

	Deg.	Min.	
Latitude du départ N. . . .	45	20	. . . .
Latitude d'arrivée N. . . .	57	50	. . . .
Différence en latitude N . .	12	30	. . . .
Longitude du départ	323		. . . .
Longitude d'arrivée	345	36	. . . .
Différence en longitude E . .	22	36	. . . .
Lieues de diſtance 374.			

EXPLICATION.

770. On ſe ſert du Quartier de réduction comme d'une Carte réduite pour réſoudre ce Problême ; ce qu'on exécute par le moyen d'une échelle des latitudes croiſſantes ou d'un Méridien gradué de Carte réduite qui eſt ordinairement à côté du Quartier. Cette échelle a ſon premier degré égal à un des intervalles du Quartier de réduction. Ainſi on peut regarder les diviſions du rayon *CB* comme celles de l'Equateur ſur les Cartes réduites ; & il ne reſte qu'à étendre ſur le rayon *CA* la partie convenable du Méridien gradué, pour rendre la conformité abſolument parfaite.

771. Dans l'exemple que nous nous ſommes propoſé, la différence en longitude eſt de 22° 36′ ; nous la comptons ſur *CB*, en prenant chaque petit intervalle pour un degré, & en commençant en C ; elle ſe termine en *V*. Nous tendons enſuite le fil ſur le rumb de vent, & prenant avec un compas commun la diſtance du point *V* juſqu'au fil, en meſurant cette diſtance parallélement aux lignes Nord & Sud, nous aurons la différence en latitude *VX*, qu'il ne reſtera plus qu'à porter ſur l'échelle des latitudes croiſſantes, en mettant une des pointes du compas ſur la latitude du départ, & l'autre pointe en-deſſus ou en-deſſous, ſelon qu'on s'éloigne ou s'approche de l'Equateur ; & on aura la latitude d'arrivée, qui ſe trouve ici de 57° 50′. La différence en latitude ſera donc de 12° 30′ ou de 250 lieues qu'on comptera ſur les lignes Nord & Sud pour les faire convenir avec le rumb de vent. On trouvera 374 lieues de diſtance.

Autre méthode de réſoudre le même Problême.

772. La méthode précédente fait retomber dans l'inconvénient que nous voulions éviter, en ceſſant de réduire les routes ſur les Cartes. L'échelle des latitudes croiſſantes eſt ordinairement à trop petit point, pour qu'on puiſſe réſoudre le Problême dont il s'agit avec une exactitude ſuffiſante. Nous pouvons le réſoudre par approximation avec plus de préciſion, & preſque avec autant de facilité. Nous ſuppoſerons d'abord que nous ſommes arrivés par une certaine latitude. Il eſt certain qu'on ne ſe trompera pas beaucoup dans cette ſuppoſition, pour peu qu'on faſſe attention au rumb de vent & à la

Pl. XI. grandeur de la différence en longitude. Nous ſuppoſerons, par exem ple, que nous ſommes arrivés par 60 degrés. Le moyen parallele ſe de 52° 40′, & nous le nommerons *le premier Moyen parallele ſuppoſ* La différence en longitude eſt de 22° 36′. Nous la réduirons en lieu Eſt ſur le moyen parallele ſuppoſé 52° 40′, & il nous viendra enviro 273. Nous ferons enſuite convenir ces lieues Eſt avec le rumb d vent, & il nous viendra 247 lieues Nord, valeur de 12° 21′ de diffé rence en latitude, qui étant ajoutée à 45° 20′ nous donne 57° 41′ d latitude d'arrivée; & comme elle n'eſt pas la même que celle qu nous avions ſuppoſée, c'eſt une marque qu'il faut faire une ſecond tentative.

773. Nous ſuppoſerons cette ſeconde fois que la latitude d'arrivé eſt 57° 41′. Si on l'ajoute avec la latitude du départ, & ſi on pren la moitié de la ſomme, on trouvera 51° 30′ pour le ſecond moyen parallele ſuppoſé. Les 22° 36′ de différence de longitude, étant ré duites en lieues Eſt ſur ce moyen parallele, nous en donnent 28 qu'il faut faire convenir avec le rumb de vent, & on trouvera 253 lieues Nord, valeur de 12° 40′ de différence en latitude. On aura donc 58° 0′ pour nouvelle latitude d'arrivée qui, n'étant pas abſolumen conforme avec la précédente, & qui devant donner un autre moyen parallele, montre qu'il faut faire une troiſieme tentative.

774. On prendra 58° 0′ pour la latitude d'arrivée : on aura 51° 40′ pour moyen parallele troiſiémement ſuppoſé; on réduira les 22° 36′ de longitude en lieues Eſt, on trouvera 282 lieues; & lorſqu'on les fera convenir avec le rumb de vent, il viendra 252 lieues Nord, ou 12° 36′ de différence en latitude. On aura donc 57° 56′ pour la lati-tude d'arrivée; & comme on voit qu'on retrouveroit le même moyen parallele, c'eſt une marque qu'il n'eſt pas néceſſaire de pouſſer l'ap-proximation plus loin. La latitude 57° 56′ eſt celle d'arrivée, & les lieues de diſtance ſeront de 379.

V I.

SIXIEME PROBLEME GENERAL.

775. *On connoît la différence en longitude, & les lieues de diſtance : on veut découvrir le rumb de vent qu'on a ſuivi, & trouver la latitude d'arrivée.* Ce Problême n'eſt pas plus d'uſage que le précédent.

776. *Exemple.* On eſt parti de 40° 45′ de latitude Nord, & de 15 deg. de longitude. On a couru 60 lieues entre le Nord & l'Eſt, & on eſt arrivé par 17° 15′ de longitude. On demande le rumb de vent & la latitude d'arrivée.

777. Nous ne pouvons réſoudre ce Problême que par approxi-mation. La différence en longitude eſt de 2° 15′. Je ſuppoſe qu'on eſt arrivé par 42 deg. de latitude, on aura 41° 22′ pour le premier moyen parallele ſuppoſé; & réduiſant les 2° 15′ en lieues Eſt, on en trou-vera 33 $\frac{3}{4}$, qu'il faut faire convenir avec les 60 lieues de diſtance, & il

[v]iendra 49½ lieues au Nord, valeur de 2° 28′½ de différence en lati- Pl. XI.
[t]ude. On aura donc 43° 13′½ pour la latitude d'arrivée; & comme [e]lle differe de celle que nous avions supposée, il faut faire une se[c]onde tentative.

778. Nous prendrons 43° 13′ pour la latitude d'arrivée : nous au[r]ons 41° 59 pour second moyen parallele supposé. Nous réduirons les [2]° 15′ de différence de longitude en lieues Est, & il nous viendra [3]3½ lieues, que nous ferons convenir avec les 60 de distance. Nous [t]rouverons 50 lieues au Nord, ou 2° 30′ de différence en latitude, ce [q]ui nous donnera 43° 15′ pour nouvelle latitude d'arrivée. Mais [c]omme elle nous feroit trouver un troisieme moyen parallele supposé [q]ui ne différeroit pas du second, nous devons regarder 43° 15′ comme [l]a vraie latitude d'arrivée, & le rumb de vent sera le N E ¼ N.

CHAPITRE III.

Instructions générales, & Méthodes pour faire l'estime des Routes.

I.

779. Le Pilote destitué du secours des longitudes, n'a de bien assuré que sa latitude lorsqu'il peut l'observer. Le rumb de vent indiqué par sa Boussole est un moyen de connoître la direction de sa route qui est sujet à bien des incertitudes, par la petitesse inséparable de la nature des compas de route, par leur variation toujours changeante & difficile à déterminer, par les *lans*, c'est-à-dire, par les écarts subits auquel un Vaisseau est sujet par la mal-adresse ou l'inattention des Timoniers qui laissent *arriver* le Navire, par la dérive qui varie selon la force du vent, la position de la voilure & la direction de la route. D'un autre côté, la mesure du chemin parcouru qu'on fait avec le loch, est nécessairement grossiere par la petitesse de l'intervalle des nœuds comparée à la longueur du chemin, & par l'inexactitude dans le temps, inséparable de la nature des sabliers qu'on y emploie, & du peu de durée de l'expérience. D'où il suit que l'estime des routes journalieres d'un Navire n'est fondée

que ſur des conjectures faites à l'aide d'un grand nombr de meſures, toutes ſujettes à des erreurs plus ou moins con ſidérables, qui demandent par conſéquent une attentio continuelle pour rendre ces erreurs les plus petites qu'il eſ poſſible, une vigilance extrême pour les marquer & pour y remédier au plutôt, un diſcernement exquis ou un jugemen éclairé par une théorie profonde de l'art, & par une longue expérience, pour apprétier les effets de celles qu'on a remarquées ſans avoir pu les éviter.

780. Il faut donc qu'un Pilote ait continuellement l'œil à toutes les circonſtances du mouvement du Navire; qu'il obſerve ſoigneuſément ſa dérive, qu'il tienne une note exacte de tous les petits accidents qui arrivent à la barre, & qu'il eſtime ſur le champ ce que chacun peut produire d'erreur ſur ſa route, afin qu'au moment de midi, où finit la journée, il ſoit en état de tenir compte de tout pour faire le calcul de ſon point d'arrivée. Il faut du moins que, ſi l'obſervation de la latitude faite à midi, fait appercevoir une différence ſenſible entre la route qu'on a cru avoir tenue & celle qui répond à l'obſervation, il faut, dis-je, au moins que le Pilote ſoit en état de décider de quel côté principalement l'erreur peut être arrivée, ſi c'eſt la faute du rumb ou celle de la diſtance.

781. Si la route eſt fort voiſine d'être Nord & Sud, c'eſt-à-dire, depuis le S S O juſques au S S E, ou depuis le N N O juſques au N N E, & s'il eſt vraiſemblable qu'on prendra hauteur avant que de changer de route, le Pilote doit porter ſon attention au rumb de vent que ſuit le Navire, préférablement à la meſure du chemin parcouru; il pourroit même ſe diſpenſer totalement de jetter le loch, s'il étoit bien aſſuré de prendre hauteur, comme on l'eſt dans un grand nombre de parages, parce que l'obſervation de la latitude tient lieu de la meſure du chemin beaucoup plus ſûrement que le loch, & que l'erreur qu'on peut faire ſur la longitude dépend preſque entiérement de celle du rumb qu'on a cru ſuivre, & qui a été indiqué par la Bouſſole corrigée de la variation, ayant égard à la dérive.

782. Mais quand les routes ſont fort voiſines de la ligne
t & Oueſt, c'eſt-à-dire quand elles ſont depuis l'E S E
ſqu'à l'E N E, & depuis l'O N O juſqu'à l'O S O, il
ut, lorſqu'on eſt moralement ſûr d'avoir hauteur au be-
in, faire tous ſes efforts pour avoir la meſure exacte de
route, parce que l'obſervation de la latitude ſervira à
ctifier ſuffiſamment les erreurs du rumb qu'on aura ob-
rvé, & que toute la préciſion de la détermination de la
ngitude du point d'arrivée, dépend de celle avec laquelle
route aura été meſurée.

783. Hors de ces deux cas, la moindre négligence
ns la meſure du rumb, ou dans celle de la longueur du
emin, eſt de la derniere conſéquence, ſur-tout dans les
ngues traverſées. Mais comme il eſt moralement impoſ-
ble d'éviter tout ce qui peut nuire à la préciſion de ces
eſures, il faut tâcher de compenſer les erreurs par les
njectures les plus probables ſur leur effet, ſelon les diffé-
entes circonſtances.

II.

Méthode pour faire l'Eſtime, lorſque la Latitude n'a pu être obſervée.

784. Quelques moments avant midi, ſoit qu'il y ait
pparence qu'on prendra hauteur, ſoit qu'il n'y en ait
oint, le Pilote doit faire la réduction de ſa route pour
voir ſa longitude & ſa latitude eſtimées par le moyen du
umb ſuivi & de la longueur du chemin, comme dans le
roblême I (734).

785. S'il n'a remarqué dans le courant de la journée
ucune erreur ſenſible dans le rumb, ni dans la diſtance, &
'il arrive qu'il ne puiſſe prendre hauteur à midi, il doit s'en
enir à ces réſultats.

786. Mais ſi n'ayant pu prendre hauteur, il a remarqué
ue de fréquentes arrivées, un coup de vent ou d'autres
ccidents ont dû détourner le Vaiſſeau de la direction de ſa
oute, il eſtimera combien de degrés cette erreur peut faire

ſur le rumb, & de quel côté eſt cette erreur ; il corrig
le rumb en conſéquence, puis avec ce rumb corrigé & av
la diſtance, il fera une nouvelle réduction de la route, po
avoir la longitude & la latitude d'arrivée qu'il pourra a
peller *préſumées*.

787. Si, étant aſſez content du rumb, il a remarq
que de folles ventes, des rafales, des grains ou d'autr
cauſes ont rendu la force du vent, & par conſéquent la v
teſſe du ſillage fort inégales, il eſtimera de même à combi
de lieues l'inégalité dans la longueur de la route a pu s'é
tendre, & en quel ſens ; il corrigera ſa diſtance, puis av
le rumb de vent il cherchera ſa longitude & ſa latitu
d'arrivée, qui ſeront auſſi *préſumées*.

788. Enfin, ſelon les circonſtances, il pourra corrig
en même temps le rumb & la diſtance, pour s'en ſervir
trouver la longitude & la latitude préſumées du point d'a
rivée. Nous dirons bientôt de quelle maniere le Pilote pour
acquérir l'habitude de rendre ſes longitudes & latitud
préſumées, plus juſtes que ſes longitudes & latitudes eſt
mées, c'eſt-à-dire, trouvées ſans avoir fait aucune correc
tion au rumb, ni à la diſtance.

789. Si l'on eſt pluſieurs jours de ſuite ſans pouvo
prendre hauteur, ni à midi, ni pendant la nuit, alors le Pi
lote fera deux ſuites, ou deux journaux de route, à com
mencer du dernier jour où l'on aura obſervé la latitude. L
premiere ſuite de routes contiendra celles qui auront été ſim
plement eſtimées ou réduites jour par jour ſans correction
& la ſeconde contiendra la ſuite des routes préſumées o
réduites jour par jour après des corrections ; bien entend
que s'il ſe trouve quelque jour où l'on n'ait pas eu de raiſon
de faire des corrections, on employera dans cette ſecond
ſuite la route eſtimée pour ce jour-là. On continuera ce
deux ſuites juſqu'à ce qu'on ait fait une bonne obſervatio
de latitude. Alors on pourra corriger le dernier point d'ar
rivée, comme on le dira dans l'article ſuivant.

790. Si dans l'intervalle des temps où l'on n'a pu
prendre hauteur depuis pluſieurs jours, il faut néceſſaire

:nt prendre un parti pour ſuivre une certaine route, il ıdra ſe déterminer pour celui qui ſera indiqué par la ſuite s routes eſtimées, en ſe défiant des accidents qui pour-ent arriver en conſéquence des routes préſumées.

791. Par exemple, ayant fait route depuis douze jours ıs avoir pu obſerver la latitude, on eſt parvenu par ſes utes eſtimées à la hauteur d'un Cap qu'il faut reconnoître, d'une Iſle, d'un Port, &c, qu'il faut aborder en cou-ıt ſur ſon parallele, tandis que par la ſuite des routes éſumées, on eſt 50 minutes plus Sud que ce parallele. ors la prudence exige qu'on ſuive le parallele indiqué par ſuite des routes eſtimées, parce qu'on n'a rien à ſe repro-er lorſque dans les cas douteux on a ſuivi à la rigueur les gles de l'art; mais en même temps la prudence exige auſſi l'on rallentiſſe ſa marche pour tâcher d'avoir une obſer-ıtion de latitude, ſoit de jour, ſoit de nuit, avant que de ırvenir par les routes eſtimées à la longitude du lieu qu'il ut reconnoître. C'eſt encore un bon parti que de faire des ɔrdées allongées entre le parallele eſtimé & le parallele éſumé, ſur-tout lorſque la Terre eſt haute, parce qu'alors ı ne peut gueres manquer de la découvrir aſſez à temps, ɔur ne pas tomber ſous le vent du point que l'on veut ɔorder.

III.

Méthode pour faire l'Eſtime, & pour la corriger, lorſque la Latitude a été obſervée.

792. Si le Pilote a fait ſon point avant midi, comme a été dit dans l'article précédent, alors auſſi-tôt que la ıtitude aura été obſervée, il verra ſi elle s'accorde avec la ıtitude eſtimée ou avec la latitude préſumée. Si les conjec-ures du Pilote, ſur les accidents arrivés dans l'intervalle es deux latitudes obſervées, ont été juſtes, ſa latitude réſumée doit s'accorder mieux avec la latitude obſervée,

que celle-ci avec la latitude eſtimée; ſi le contraire arriv
il doit examiner attentivement ce qui a pu le tromper da
ſes corrections, afin de ſe rectifier pour la ſuite, & de co
tracter par-là une habitude d'en faire de plus ſûres. Ce
pratique eſt de la derniere importance, quoiqu'elle n'ait é
encore miſe en uſage juſqu'ici par perſonne que je ſache
mais comme elle ne complique point les opérations du P
lotage, il y a lieu de croire que les jeunes Pilotes pourro
l'adopter.

793. Lorſque dans le cours d'une route, compriſe ent
deux obſervations de latitude, on n'a rien remarqué q
puiſſe faire ſoupçonner quelque erreur ſenſible dans le rum
ni dans la longueur de la route, on peut prendre pour m
xime générale que *ſi la latitude obſervée ne differe pas de*
latitude eſtimée de plus de 3 min. ſur une route de 20 lieue.
ou de 4 ſur une route de 40 lieues, ou de 5 ſur une route d
60 lieues, & ainſi de ſuite en augmentant d'une minute pou
chaque vingtaine de lieues, la longitude eſtimée du point d'ar
rivée, trouvée par la réduction ordinaire (734), *eſt cenſ*
bonne, & l'on peut ſe diſpenſer d'y faire aucune correction
De ſorte qu'alors on peut s'en tenir à cette longitude eſtimé
au rumb ſuivi, & à la longueur de la route, ſans prétendr
les faire quadrer plus parfaitement.

794. La raiſon de cette maxime eſt, 1°, Qu'avec le
meilleurs inſtruments, & avec toute l'adreſſe poſſible, o
peut à peine répondre d'avoir obſervé ſa latitude avec un
préciſion plus grande qu'à 2 minutes près : & que quan
même l'incertitude de l'obſervation ne paſſeroit pas un
minute, il faudroit toujours ſe défier de 2 minutes d'erreu
dans la différence des deux latitudes obſervées, puiſqu
cette erreur d'une minute a pu être commiſe dans l'une pa
excès, & dans l'autre par défaut.

795. 2°. Une minute étant la ſoixantieme partie de
20 lieues, une pareille erreur cauſée, ſoit par le rumb, ſoi
par la diſtance, ſoit par tous les deux à la fois, doit paſſer
pour inſenſible, & il n'eſt pas par conſéquent néceſſaire
de la vouloir faire diſparoître par des corrections qui ſont

ıjours hazardées, ſur-tout lorſqu'on n'a aucune raiſon de :tribuer à une circonſtance de la route plutôt qu'à une :re.

796. Dans des routes peu conſidérables, comme dans traverſées de 300 ou 400 lieues, & dans les routes fort iſines de la ligne Eſt & Oueſt, c'eſt-à-dire, dans les routes i ſont entre l'E S E & l'E N E, ou bien entre l'O S O l'O N O, on peut étendre les limites de cette maxime à minutes pour 10 lieues, 4 pour 20, 5 pour 30, &c, rce que l'erreur qui en peut réſulter dans la longitude étant que d'environ $\frac{1}{30}$, elle ne peut devenir dangereuſe ns une courte traverſée. Dans le cas de la route voiſine la ligne Eſt & Oueſt, les moindres corrections qu'on t à la longueur de la route deviennent ſi conſidérables à gard de la longitude, comme on le verra dans le ſecond emple ſuivant (807), qu'elles peuvent jetter dans des reurs plus grandes que celles qu'on prétendroit corriger ı ſuivant à la rigueur les regles que nous allons donner ɔur faire l'eſtime d'après la latitude obſervée.

797. On peut appliquer cette même maxime, & tout : que nous avons dit à ſon ſujet, au cas où la latitude éſumée s'accordant beaucoup mieux avec la latitude obrvée que celle-ci avec la latitude eſtimée, la différence ıtre la latitude préſumée & la latitude obſervée tomberoit ans les limites que nous avons dites. Alors, rejettant la ɔngitude eſtimée, on pourroit prendre pour point d'arrivée longitude préſumée avec la latitude obſervée, ſans qu'il fût éceſſaire de faire aucune correction, ſoit au rumb, ſoit à diſtance, qui auront ſervi à trouver la longitude préſumée.

798. Mais ſi, après avoir obſervé la hauteur du Pole, n trouve entre la latitude obſervée & la latitude, ſoit eſtiıée, ſoit préſumée, (*car il faut toujours adopter celle des eux qui s'accorde le mieux avec la latitude obſervée, & reɜtter l'autre*,) une différence plus grande que de 2 minutes lus autant de minutes qu'il y a de vingtaines de lieue dans a longueur de la route comptée depuis la derniere latitude ɔbſervée précédemment; alors il faut corriger le rumb & la

diſtance, avant que de chercher la longitude du point d'a
rivée. En voici la methode générale.

799. *Si l'on n'a pas de raiſon de ſoupçonner que l'erre vienne plutôt du rumb que de la diſtance, on partagera la diff rence entre la latitude obſervée & la latitude eſtimée préſumée* (ſelon qu'on aura adopté l'une ou l'autre) *deux parties telles que l'une, qu'on aſſignera pour corriger rumb, ſoit un peu plus petite que l'autre partie, qu'on deſt nera à la correction de la diſtance*, parce qu'en général l directions des routes marquées par la Bouſſole, ayant éga à la variation & à la dérive, ſont plus ſûres que les lo gueurs des routes déterminées par le loch. *Si l'on a quelqu préſomptions d'erreurs commiſes ſur le rumb plutôt que ſur diſtance, la partie de la différence qu'on aſſignera pour le rum ſera plus ou moins forte, ſelon le ſens où ces erreurs auro contribué à augmenter ou à diminuer ce rumb : & ſi l'on lieu de ſoupçonner la diſtance plutôt que le rumb, on mett preſque toute la différence ſur le compte de la diſtance, pourv que la route ne ſoit pas trop voiſine de la ligne Eſt & Oueſ Ayant donc partagé la différence en deux parties telles qu'o les juge convenables aux circonſtances, on cherchera, par moyen qu'on va indiquer, le rumb corrigé & la diſtance cor rigée, qui ſerviront enſuite à trouver la longitude corrigée d point d'arrivée, conformément au Problême I* (734). Quel ques Exemples éclairciront cette regle.

800. EXEMPLE I. Etant parti de 347° 12′ de long tude, & 38° 4′ de latitude Nord, on a fait 100 lieues da le N E $\frac{1}{4}$ E du monde, ayant eu égard à la variation & à dérive. On n'a pas remarqué d'irrégularités ſenſibles da cette route. On demande le point d'arrivée.

801. Par la réduction ordinaire (734) je trouve 2 46′ $\frac{1}{2}$ de route Nord & Sud réduite en degrés de latitude ce qui différe de 16′ $\frac{1}{2}$ avec la différence des latitudes obſe vées. Je partage cette erreur en deux; j'en attribue 6′ pou le rumb, & 10′ $\frac{1}{2}$ pour la diſtance.

802. Je cherche d'abord le rumb corrigé, par le Qua tier de réduction, en cette maniere. Je tends le fil *A*

ïg. 60.) ſur le rumb ſuivi N E $\frac{1}{4}$ E. Je marque en *C* la férence des latitudes obſervées augmentée ou diminuée de partie de l'erreur attribuée au rumb, ſelon que la latitude ſervée eſt plus grande ou plus petite que la latitude eſti-:e. C'eſt ici 2° 36′ ou 156′. (Si j'avois rejetté la latitude imée pour adopter la latitude préſumée, j'employerois ns toutes ces réductions la latitude préſumée.) Je marque · le même fil en *D* la différence des latitudes obſervées 30′ ou 150′. Je remarque le point *E* où le cercle qui ſſe par *C* eſt coupé par la droite *H E* qui paſſe par le point , & qui eſt parallele à *AE*. Je tends le fil ſur ce point *E*, qui me donne le rumb corrigé. Je le trouve dans cet Exem-: de 57° 43′, c'eſt-à-dire, à très-peu près N E $\frac{1}{4}$ E 1° $\frac{1}{2}$ E.

803. Je cherche enſuite la diſtance corrigée par cette gle de proportion : *La différence des latitudes obſervées us ou moins les minutes d'erreur attribuées à la diſtance, on que la latitude obſervée eſt plus grande ou plus petite e l'eſtimée, eſt à la différence des latitudes obſervées, comme diſtance parcourue, ſelon la Table de loch, eſt à la diſtance rrigée.* Dans cet Exemple, j'ai 150′ plus 10′$\frac{1}{2}$, ou 160′$\frac{1}{2}$, nt à 150′, comme 100 lieues ſont à 93 $\frac{1}{2}$ lieues.

804. Par ces deux opérations j'ai le rumb corrigé E $\frac{1}{4}$ E 1° $\frac{1}{2}$ E & la diſtance corrigée 93 $\frac{1}{2}$ lieues, ce qui me onne (734) 352° 19′ de longitude corrigée. Ainſi le point arrivée eſt par 352° 19′ de longitude, & par 40° 34′ de titude.

805. EXEMPLE II. Etant parti de 347° 18′ de lon-itude & de 0° 12′ de latitude auſtrale, on a couru à O $\frac{1}{4}$ N O 84 lieues, après quoi on a obſervé la hauteur u Pole 0° 58′ boréale. Mais on a remarqué dans la route ue le Navire a fait des lans fréquents vers le Nord. On emande le point d'arrivée.

806. Avec ce rumb (qu'on ſuppoſe ici corrigé de la ariation & de la dérive,) & avec cette diſtance on trouve 'abord 0° 49′ de chemin en latitude, ce qui donneroit la ıtitude eſtimée du point d'arrivée 0° 37′ boréale, qui iffere de 21′ de la latitude obſervée. Mais à cauſe des lans

fréquents dans le Nord, on a augmenté le rumb de 3 deg vers le Nord, & on a trouvé qu'en employant le rum O $\frac{1}{4}$ N O 3° N, le chemin en latitude est de 1° 2′, ce qu donne la latitude présumée 0° 50′ boréale, qui ne differ de l'observée que de 8 min. Or, selon ce qui a été dit ci dessus (796), on pourroit, sans faire d'autre correction chercher la longitude qui résulte du rumb O $\frac{1}{4}$ N O 3° N & de la distance 84 lieues. Mais si on y veut faire une nou velle correction, comme dans l'Exemple précédent, de 8 minutes d'erreur, on en devroit attribuer 3 pour le rum & 5 pour la distance. On trouveroit donc, comme ci-dessus un nouveau rumb corrigé O $\frac{1}{4}$ N O 3° $\frac{2}{3}$ N, & 90 $\frac{1}{2}$ lieue pour la distance corrigée. On auroit ensuite la différenc des longitudes 4° 22′, & par conséquent le point d'arrivé par 342° 56′ de longitude, & 0° 58′ de latitude boréale.

807. On voit dans cet Exemple, que 5 minutes ou un lieue $\frac{2}{3}$ d'erreur attribuée à la distance, y font faire une cor rection de 6 lieues $\frac{1}{2}$, & à proportion la correction eût ét bien plus grande, si on avoit employé dans ce calcul la lati tude estimée au lieu de la latitude présumée, ce qui prouv ce que nous avons avancé plus haut (782), que dans le routes voisines de la ligne Est & Ouest on ne peut être tro attentif à la mesure de la distance, afin de pouvoir rejette avec confiance sur le rumb la plus grande partie de l'erreu qui sert à faire les corrections.

808. La meilleure maniere de chercher le rumb corrigé est de calculer par les Tables de sinus; voici la proportion qu'il faut faire *Comme la différence des latitudes observées, plus l'erreur attribuée po le rumb si la latitude observée excede la latitude estimée ou présumé ou moins cette erreur si la latitude observée est plus petite, est à la diff rence des latitudes observées : ainsi le cosinus du rumb compté depuis ligne Nord & Sud, est au cosinus du rumb corrigé & compté depuis même ligne.* Car soit C (*Fig.* 61.) le point de partance, *CA* la lign Nord & Sud, *CD* la route suivie, *D* le point d'arrivée estimé o présumé, *BD* le parallele estimé ou présumé, & *AE* le parallele q est autant au-dessus ou au-dessous du parallele *BD* qu'on a attribué minutes d'erreur pour le compte du rumb. Comme il ne s'agit d'a bord que de corriger le rumb sans corriger la distance, si du centre on imagine un arc de cercle *DE* qui passe par le point *D* jusques à

rencont

ncontre du parallele *AE*, en tirant *CE*, on aura le rumb corrigé *CE*; pour en faire le calcul, ſelon les proportions des triangles rec-ngles, dans le triangle rectangle *BCD*, on a R : CD ou CE :: ſBCD : BC, & dans le triangle rectangle *ACE*, on a R : CE ou D :: *coſ*ACE : AC. D'où on conclut BC : AC :: *coſ*BCD : ſACE.

CHAPITRE IV.

Des Regles compoſées par le Quartier de réduction.

I.

09. On change en Mer très-fréquemment de rumbs e vent, & quelquefois dans un même jour; ce qui a mis les lotes dans l'uſage de recourir à une opération particuliere our ſe diſpenſer de faire un Problême pour chaque route. ous avons déja expliqué en partie cette méthode dans le cond Livre, en parlant de la maniere de pointer ou de mpaſſer les Cartes (N°. 253.) On donne le nom de egles *compoſées* à ces opérations, qui conſiſtent à chercher our chaque route les lieues Nord ou Sud, & les lieues Eſt Oueſt, & à joindre enſemble celles qui ont été faites dans même ſens. Il ſuffit de donner quelques Exemples pour laircir tout ceci, & pour montrer la maniere d'en diſpoſer calcul.

810. *Premier Exemple.* On eſt parti de 45 degrés de titude Nord & de 110 degrés de longitude : on a couru s routes ſuivantes corrigées de la variation & de la dé-ve. On demande le point d'arrivée.

	N	S	E	O
Route. 100 lieues au N E¼N	83	. . . .	55½	
Route. 230 lieues à l'O N O	88½	. . . .	. . . .	212
I. Route. 80 lieues à l'E¼S E	. . . .	15¾	78½	
	171½	15¾	134	212
	15¾			134
Reſte des lieues N & des li. O	155¾	. . . .	. . . .	78

umb de vent en ligne droite le N N O 4° 12′ O.

eues de diſtance en droite route 174.

V.

	Deg.	Min.
Latitude du départ N. . . .	45	0
Différence en latitude N . .	7	47
Latitude d'arrivée N. . . .	52	47
Moyen parallele.	48	53
Longitude du départ	110	0
Différence en longitude O. .	5	57
Longitude d'arrivée.	104	3

78 Lieues Oueſt.

45°	0′	
52	47	
97°	47′	
48	53	Moyen parallele.
5	57	diff. de Longit. O.

EXPLICATION.

811. Après avoir diſpoſé les articles en les rempliſſant de toutes les quantités deja connues ou données, nous avons cherché les lieues Eſt & Oueſt, & les lieues Nord & Sud qui répondent à chaque rumb & à chaque diſtance. Nous avons fait enſuite une ſomme des lieues courues exactement dans le même ſens, & nous avons ôté les unes des autres, celles qui ont été courues dans des ſens directement contraires. Les lieues Nord & les lieues Oueſt ſe ſont trouvé les plus fortes; & eu égard à tout, nous n'avons couru que $155\frac{3}{4}$ lieues au Nord, & 78 à l'Oueſt. Nous avons fait quadrer les unes avec les autres; ce qui nous a donné notre rumb de vent & nos lieues de diſtance en droite ligne. Les lieues Nord évaluées en deg. nous donnent 7° 47′ de différence en latitude; & les 78 lieues Oueſt, réduites ſur le moyen parallele, nous donnent notre différence en longitude.

812. *Second Exemple.* On eſt parti de 0° 15′ de latitude Sud, & de 359° 40′ de longitude. On a couru les routes ſuivantes avec un compas qui varioit de 8 deg. N O & la dérive étoit d'un quart de vent du côté de bas-bord. On demande le point d'arrivée, & le chemin qu'on a fait en droite ligne.

813. Dans cet Exemple on peut remarquer comment il faut corriger les routes de la variation & de la dérive en même temps.

	Rumbs valus ou corrig. de la var. & de la dérive.	N	S	E	O
Route. 10 li. au N E $\frac{1}{4}$ N	N N E 8° N	9,7	. . .	2,5	
Route. 5 li. au N N E . .	N 3° 15′ E	5,0	. . .	0,3	
I. Route. 12 li. à l'E $\frac{1}{4}$ N E	E N E 8° N	6,1	. . .	10,3	
Route. 3 $\frac{1}{2}$ lieues au N E	N N E 3° 15′ E	3,1	. . .	1,5	
Lieues au Nord & à l'Eſt		23,9	. . .	14,6	

umb de vent en droite ligne N N E 90 E.
eues de diſtance en droite ligne 28.

	Deg.	Min.	
titude du départ S	0	15	. . . .
ifférence en latitude N . .	1	12	. . . .
titude d'arrivée N	0	57	. . . .
oyen parallele	0	28	. . . .
ngitude du départ	359	40	. . . .
ifférence en longitude E. .	0	44	. . . .
ngitude d'arrivée	0	24	. . . .

EXPLICATION.

814. Puiſque la dérive portoit du côté de bas-bord ou e main gauche, elle s'eſt jointe à la variation; & l'écart roduit dans les routes en a été plus grand. On croyoit abord faire le N E $\frac{1}{4}$ N, mais à cauſe de la dérive on faiſoit N N E; & comme la variation portoit encore 8 degrés ans le même ſens, on faiſoit réellement le N N E 8° N. 'eſt la même choſe des autres routes.

815. On change quelquefois ſi ſouvent de route dans pratique de la Navigation, qu'on ne court que quelques eues ſur chaque rumb de vent. On peut alors réduire les eues en milles, qui ſont des tiers de lieue, ou, ce qui eſt ncore plus exact, on peut mettre les fractions de lieues en xiemes, comme nous avons fait (418) pour les fractions e minutes. On comptera dans l'exemple que nous nous ropoſons, 100 ſur le N N E 8° N, il viendra 97 au Nord, 25 à l'Eſt, & on écrira ces nombres comme nous l'avons it. On fera la même choſe pour les autres routes. La deriere eſt de 3 $\frac{1}{2}$ lieues, qui, réduites en dixiemes, valent 5. Ainſi il a fallu compter 35 ſur le N N E 3° 15′ E.

I I.

Usage de la Regle composée lorsqu'on navigue dans un endroit où il y a des Courants.

816. Les moyens que nous avons expliqués dans fecond Livre pour mefurer le fillage & pour reconnoître rumb de vent, nous donnent le mouvement du Navire, égard à tout, ou le chemin effectif. Mais on peut s'arrêt auffi au fillage donné d'abord par le loch ordinaire, & contenter de corriger dans la route la variation de la Bou fole, & la feule dérive qui eft caufée par l'obliquité d voiles. On n'aura après cela le chemin du navire qu'à l'éga de la furface de la Mer ou le fillage apparent, fans y con prendre l'effet du Courant. Alors il feroit abfolument n ceffaire de confidérer à part le mouvement de la Mer, & n'y auroit à la fin de toutes les routes, qu'à en joindre u derniere pour repréfenter l'action particuliere de la Mer.

817. Les quatre routes de l'Exemple précédent tombe dans un endroit de l'Océan où le Courant équinoxial n' jamais oifif. Outre cela le mouvement de la Mer doit y ê fenfiblement le même en bas jufqu'à une grande profonde à caufe de la continuité & de la perpétuité de ce coura Ainfi les moyens propofés pour déterminer abfolument fillage & la vraie route, ne doivent pas réuffir ordinairem dans ces fortes d'endroits, parce qu'il n'eft pas vraife blable que nos machines ou inftruments puiffent defcen affez bas dans la Mer, pour y parvenir jufqu'à l'eau qui parfaitement en repos. Nous favons heureufement que Courant équinoxial fait environ 3 lieues par jour; & o auffi de temps en temps des occafions de reconnoître porte un peu vers le Nord ou vers le Sud, pendant qu'il toujours dirigé vers l'Oueft. Suppofons que fa direction l'O$\frac{1}{4}$N O, & que nous ayons mis 36 heures à faire routes dont il s'agit. Il s'enfuivra de-là que le courant no

ra transporté $4\frac{1}{2}$ lieues à l'O$\frac{1}{4}$N O, pendant que nous
ons fait nos quatre routes. Il n'y aura donc qu'à mettre
leur suite $4\frac{1}{2}$ lieues à l'O$\frac{1}{4}$N O pour l'effet du Courant.
n fera la réduction ou la regle composée, comme s'il y
oit effectivement cinq routes, & l'opération donnera la
titude & la longitude d'arrivée.

818. Il est apparemment impossible de trouver autre-
ent son point dans tous les endroits où les Courants s'é-
ndent beaucoup en profondeur, & où ils sont réglés.
lais lorsqu'ils ne sont qu'accidentels, ils ne doivent guére
étendre en en-bas ; & nous croyons qu'il vaut mieux
ors, après avoir examiné, autant qu'on le peut, par les
oyens expliqués dans le second Livre, l'effet qu'ils pro-
uisent sur chaque route, comprendre cet effet dans les
utes mêmes. Les Courants accidentels n'ont pas ordinai-
ment une grande étendue en largeur, & ils sont sujets à
hanger de directions. Ainsi ils peuvent agir sur quelques-
nes des routes, & ne pas agir sur les autres. C'est ce qui
xige un examen particulier pour chacune ; & il ne coûte
as davantage de n'employer ensuite ces routes qu'après
u'on a déja eu égard à l'altération qu'elles ont soufferte
ar la cause étrangere.

III.

Des Regles composées avec Correction.

819. Lorsque plusieurs routes ont été réduites à une
eule en ligne droite par la méthode précédente, il faut
nfin avoir recours à la correction du rumb & de la distance
arcourue, selon la méthode expliquée dans le Chapitre
récédent, si la latitude qu'on observe après avoir fait ces
outes, ne s'accorde pas avec la latitude estimée que donne
a regle composée. Ces sortes d'opérations reviennent
resque chaque jour à la Mer, parce qu'on ne suit pas cons-
amment le même rumb de vent, & qu'on est d'ailleurs
oujours sujet à se tromper, ou dans l'estime du chemin,
u dans la détermination de la dérive, &c. Il ne s'agit,

pour faire la regle composée avec correction, que de réuni
ensemble les pratiques que nous venons d'expliquer. C'e
ce que nous allons faire dans quelques Exemples.

820. *Premier Exemple.* On est parti de 51 degrés d
latitude Nord, & de 1 degré de longitude, & après avoi
couru par estime les routes que nous marquons ci-dessou
avec un compas qui avoit 10 deg. de variation N O, pen-
dant que la dérive étoit de 12 deg. du côté de Stribord, or
a observé la latitude, & on l'a trouvée de 49° 30′ Nord.

	Rumbs valus.	N	S	E	O
I. Route. 15 li. au S ¼ S E.	S 9° 15′ E		14,8	2,4	
II. Route. 7½ li. au S S E.	S S E 2° S	. . . .	7,0	2,6	
III. Route. 10 lieues au S.	S. 2° O.		10,0	. . . .	0,4
				5,0	
				0,4	
Lieues au Sud & à l'Est.		. . . .	31,8	4,6	

Rumb de vent estimé en droite ligne le S. 8° 15′ E.
Lieues de distance estimées en droite ligne 32,1.

821. La variation a approché de 10 degrés du Nord
du Monde nos rumbs de vent, & la dérive les en a éloignés
de 12 degrés : de sorte que, tout compté, ils n'ont été
sujets qu'à un changement de 2 degrés. Nous avons réduit
les lieues en dixiemes, & il nous est venu 31,8 lieues au
Sud, & 4,6 à l'Est que nous avons fait quadrer ensemble
pour avoir le rumb de vent estimé en droite ligne S 8° ¼ E,
& 32,1 lieues de distance. L'observation de la latitude faite
à la fin de ces routes, nous met en état de corriger notre
point. Il faut, comme nous l'avons enseigné (799), prendre
1,8 différence entre 30 lieues Nord & Sud observées, &
31,8 entre les lieues Nord & Sud estimées. Et si l'on est un
peu plus content des rumbs suivis que des distances, il fau-
dra en assigner 0,5 pour le rumb, & 1,3 pour la distance.
Ayant donc cherché le rumb corrigé, on l'a trouvé
S ¼ S E 2° E. Ayant cherché aussi la distance corrigée (803),
on l'a trouvée de 30,8 lieues. Avec cette distance & le
rumb corrigés, on trouve 7,0 lieues Est qui, réduites en
degrés de longitude par le moyen parallele 50° 15′, valent

33 min. Donc le point d'arrivée eſt par 1° 33′ de longitude eſtimée, & par 49° 30′ de latitude obſervée.

822. *Second Exemple.* On eſt parti de 15° 51′ de latitude Sud, & de 2 deg. de longitude. On a couru les routes marquées ci-deſſous, le compas ayant 17° 30′ de variation N O, & 10 deg. de dérive dans le même ſens. Ces routes étant faites, on s'eſt trouvé en prenant hauteur par 15° 6′ de latitude auſſi Sud. On demande le point d'arrivée corrigé, avec les lieues de diſtance & le rumb de vent en droite route.

	Rumbs valus ou corrig. de la var. & de la dérive.	N	S	E	O
I. Route. $7\frac{1}{2}$ li. au N E $\frac{1}{4}$ N.	N 6° 15′ E	7,4$\frac{1}{2}$	. . .	0,8$\frac{1}{3}$	
II. Route. 8 lieues au N. . .	N N O 5° O	7,1	. . .	. . .	3,7
III. Route. 15 li. au N N O.	N O 5° O	9,6	. . .	. . .	11,5
IV. Route. $7\frac{1}{2}$ li. à l'O $\frac{1}{4}$ N O.	O S O 6° 15′ O	. . .	2,0$\frac{3}{4}$	. . .	7,2
V. Route. 10 lieues au S . .	S S E 5° E	. . .	8,9	4,6	
		24,1$\frac{1}{2}$	10,9$\frac{3}{4}$	5,4$\frac{1}{3}$	22,4
		10,9$\frac{3}{4}$			5,4$\frac{1}{3}$
Reſte des lieues Nord & Oueſt. . . .		13,1$\frac{3}{4}$	. . .	. . .	16,9$\frac{2}{3}$

Rumb de vent eſtimé en droite ligne le N O 7° 10′ O.
Lieues de diſtance eſtimées en droite route 21,5.

823. Les lieues au Nord & les lieues à l'Oueſt ſe ſont trouvées les plus fortes, & elles nous ont donné le N O 7° 10′ O pour rumb de vent eſtimé en ligne droite, & 21$\frac{1}{2}$ lieues de diſtance auſſi eſtimées. Comme la latitude obſervée nous donne 15 lieues dans le Sud, & que l'eſtime ne donne que 13,1$\frac{3}{4}$, ou en nombres ronds 13,2 lieues Sud; pour corriger notre point, nous aſſignerons 0,7 pour l'erreur cauſée par le rumb, & 1,1 pour l'erreur dans la diſtance eſtimée, n'ayant eu aucune raiſon de faire une des 2 corrections plus fortes. Nous aurons donc (802) le N O 4° 57′ O pour le rumb corrigé, & 23,2 lieues pour la diſtance corrigée. Les lieues Oueſt ſeront 17,8, leſquelles réduites en longitude ſur le moyen parallele 15° 28′, valent 55′; donc le point d'arrivée eſt par 1° 5′ de longitude eſtimée ou corrigée, & par 15° 6′ de latitude obſervée.

I V.

Remarques sur les Regles composées & sur la maniere de réduire les Routes, lorsqu'on a été plusieurs jours sans observer hauteur.

824. La maniere précédente de réduire les routes par la regle composée est suffisamment exacte dans la pratique; mais on en fait quelquefois de très-mauvaises applications. La réduction des lieues Est & Ouest en degrés de longitude, est sujette à quelque défaut, parce que le moyen parallele n'est qu'une espece de milieu pris grossiérement. Cependant cette opération, quoiqu'imparfaite, ne peut jetter dans aucune erreur sensible, pourvu qu'on soit attentif à réduire ses routes de jour en jour, & qu'on ne les laisse pas s'accumuler. Car alors il pourroit arriver que le moyen parallele ne convînt pas assez au plus grand nombre des routes, & que même il ne convînt à aucune.

825. Si en partant, par exemple, de 55 degrés de latitude Nord, on court plusieurs jours au Nord, ou à des rumbs de vent qui en different très-peu, en faisant plus de 200 lieues sur cette direction, ce qui porte le Navire par plus de 65 deg. de latitude Nord; & si ensuite présentant la proue tout-à-coup à l'Est, on y court 180 ou 200 lieues, l'usage de la Regle composée seroit très-dangereux dans ce cas. Toutes les lieues Est & Ouest appartiendroient à la derniere route; elles auroient été faites sur le parallele de 65 degrés: cependant si on faisoit la Regle composée ordinaire, on les réduiroit sur le parallele de 60 degrés, qui ne conviendroit qu'à la partie de la navigation dans laquelle on n'auroit point de lieues à l'Est ou à l'Ouest.

826. Si on avoit fait réellement dans la derniere route 200 lieues à l'Est, elles donneroient sur le parallele de 65 degrés 23° 40′ de différence en longitude. Au lieu qu'en se conformant mal-à-propos au procédé ordinaire de

a Regle composée, on réduiroit ces 200 lieues sur le parallele de 60 degrés, & on ne trouveroit que 20 degrés de lifférence en longitude. Le défaut seroit de 3° 40′.

827. Les Pilotes évitent cette erreur dans la pratique, n réduisant leurs routes de 24 heures en 24 heures; le noyen parallele qu'ils employent chaque jour convient alors ssez exactement à chaque partie de leur route. Cependant ls retombent souvent dans la faute qu'ils avoient évitée. Il eur arrive trop ordinairement d'être plusieurs jours sans oir le Ciel: les nuages se dissipent au bout d'un certain emps; & les Pilotes, après avoir pris hauteur, cherchent ans leur Journal combien ils ont fait de lieues au Nord u au Sud, & de lieues à l'Est ou à l'Ouest, depuis l'obervation précédente de la latitude, & ils font quadrer enuite ces lieues les unes avec les autres, pour avoir le rumb e vent estimé en droite ligne & les lieues de distance aussi stimées en droite route. Cette pratique n'est pas sûre, par la aison qu'on vient de dire; & lorsque pour corriger son oint on a besoin du rumb de vent & des lieues de distance n droite ligne, il faut les chercher par le quatrieme Problême général expliqué dans le second Chapitre (758). Car on connoît la latitude & la longitude du lieu où l'on toit le dernier jour qu'on a pris hauteur; on connoît de lus, par la réduction journaliere des routes, la latitude & a longitude estimées du point où l'on est actuellement. On eut donc chercher sur le Quartier de réduction, ou même le chemin parcouru dans l'intervalle des latitudes obseres est fort grand, on peut chercher sur la Carte le rumb e vent estimé en droite ligne, & les lieues de distance ussi en droite route, pour y faire ensuite les corrections écessaires pour le calcul de la longitude corrigée.

828. Enfin on doit se défier de la longitude trouvée ar les Regles composées, à proportion qu'il y entre plus e routes, & qu'elles sont plus longues chacune: de sorte u'on peut dire que quand on a eu le malheur d'être un rand nombre de jours sans observer la latitude, on n'a plus ucune connoissance raisonnablement certaine de sa longi-

tude, & qu'à ſon égard on eſt réellement égaré. Ce qui fai voir l'importance de la méthode qui ſert à déterminer l longitude par obſervation, quoiqu'on ne ſoit aſſuré de l'a voir qu'à deux degrés près.

V.

Derniere Correction qu'on peut faire à la Longitude, à cauſe de la figure de la Terre qui n'eſt pas parfaitement ſphérique.

829. On pourra, ſi on le juge à propos, avoir égard au peti changement qu'apporte à la réduction des routes la figure de la Terre qui n'eſt pas parfaitement ſphérique, & qui eſt applatie vers les Poles Le rapport entre les degrés de longitude & ceux de latitude, n'eſt pa abſolument le même ſur la Terre que ſur un Globe, & il n'eſt pas diffi cile de s'aſſurer que toutes les opérations que nous venons d'explique donnent par cette raiſon la différence en longitude un peu trop grande J'indique ci-après la petite partie qu'il faut retrancher, ſelon le diverſes latitudes où l'on navigue. Si l'on eſt par 30 deg. de latitude ou ſi le moyen parallele eſt de ce nombre de degrés, on trouver vis-à-vis la fraction $\frac{1}{109}$, qui nous apprend qu'il faut retrancher un 109me partie de la différence en longitude, après que les autres cor rections ont été faites. Ainſi ſuppoſé qu'on la trouvât de 10° 54 & que la route eût été faite par 30 deg. de latitude, il faudroit e retrancher 6 minutes. On trouvera dans le Livre de la figure de l Terre, déterminée par les obſervations faites au Pérou, la conſtruc tion de la petite Table qu'on donne ici.

830. Au ſurplus on ne doit faire la diminution dont il s'agit qu'après qu'on a eu le ſoin d'aſſujettir le point d'arrivée ſur la latitud obſervée. Cette opération qu'on doit faire précéder eſt, comme on l vu, extrêmement conjecturale; c'eſt pourquoi on peut ſans dout négliger dans la pratique du Pilotage une auſſi petite différence qu celle qu'apporte à la longitude la figure de la Terre. Nous ne faiſon auſſi mention de cette différence, que parce que nous ne voulon rien oublier, & que nous avons à cœur de ſatisfaire la curioſit de quelques Lecteurs.



TABLE de la diminution qu'il faut faire à la différence en longitude, en conséquence de la figure de la Terre qui n'est pas exactement ronde.

Latitudes moyennes.	Corrections foustractives.	Latitudes moyennes.	Corrections foustractives.
Degrés.		Degrés.	
0	$\frac{1}{112}$	55	$\frac{1}{170}$
10	$\frac{1}{111}$	60	$\frac{1}{212}$
20	$\frac{1}{108}$	65	$\frac{1}{280}$
30	$\frac{1}{104}$	70	$\frac{1}{414}$
40	$\frac{1}{118}$	75	$\frac{1}{663}$
45	$\frac{1}{128}$	80	$\frac{1}{1518}$
50	$\frac{1}{144}$	85	$\frac{1}{5770}$

SECONDE SECTION.

Méthode de résoudre les Routes de Navigation, en se servant des Tables des Logarithmes de Sinus, & des Logarithmes des Nombres.

831. ON résout les Problêmes de Navigation avec toute l'exactitude possible, en n'employant que le calcul Trigonométrique.

832. Les opérations qu'on fait avec la regle & le compas sont ordinairement plus expéditives: mais on est sujet à s'y tromper dans les parties qui échappent à nos sens, telles que sont les minutes de degrés, &c; & ces erreurs, s'accumulant, produisent quelquefois des résultats fort éloignés de la précision nécessaire. La Méthode Trigonométrique devroit donc toujours être pratiquée par pré-

férence, & le meilleur conseil qu'on puisse donner aux Pilotes, c'est de faire toutes leurs opérations d'abord avec le Quartier de réduction, & les refaire ensuite par les Tables de sinus. Le premier résultat servira à éviter les erreurs grossieres de calculs que, faute d'attention, on peut commettre en se servant des Tables de logarithmes, & le résultat du calcul servira à rectifier les opérations faites avec le Quartier; il donnera le nombre juste des degrés & minutes, les fractions de lieues, &c.

833. En employant le calcul trigonométrique, il sera plus convenable pour la précision, de se servir de milles ou tiers de lieues, au lieu de lieues; & même dans les calculs on pourra supposer que chaque mille est subdivisé en dix parties égales : le nombre qui exprimera ces parties s'appellera la *décimale des milles*; on le séparera des milles par une virgule; & pour en chercher les logarithmes dans les Tables, on fera comme si le nombre de milles avec sa décimale faisoit un nombre entier, & on retranchera une unité de la caractéristique du logarithme de ce nombre entier. On pourra de même évaluer les lignes Est & Ouest, & les lignes Nord & Sud en degrés, minutes & dixiemes de minutes.

834. Par exemple, au lieu de dire qu'un Navire a fait 17 lieues, je dirai qu'il a fait 51 milles, dont chacun vaut une minute de grand cercle. Pour exprimer 51 milles & 3 dixiemes, j'écrirai 51,3; & pour chercher le logarithme de 51,3 de milles, je chercherai celui de 513, qui est 2.71011. J'ôterai une unité de la caractéristique, & j'aurai 1.71011 logarithme de 51,3. De même si l'on me demande quel est le nombre de milles & de dixiemes de milles qui répond au logarithme 1.96940; je le cherche dans les Tables comme s'il avoit une unité de plus à la caractéristique, & qu'il fût 2.96940. Je trouve que le nombre est 932; je sépare le dernier chiffre par une virgule, & je dis que le nombre demandé est 93,2 milles. La raison en est claire (65) : ajouter une unité à la caractéristique, c'est multiplier le nombre par 10; la retrancher, c'est diviser le

nombre par 10 : or on divise un nombre par 10 en séparant par une virgule son dernier chiffre, qui par ce moyen devient la fraction jointe au quotient, lequel se trouve exprimé par les chiffres qui précedent la virgule.

I.

Solution du premier Problême général de Navigation, qui est de partager une Route en lieues Est & Ouest, & en lieues Nord & Sud.

835. Les Lecteurs feront bien de revoir ce que nous avons dit vers la fin du premier Livre (81 & suiv.) touchant la résolution des triangles-rectangles par les Tables des sinus.

836. Pour peu qu'on fasse attention à la méthode générale de naviguer par longitude & par latitude, ou, ce qui revient au même, à celle de partager les lieues d'une route parcourue en suivant un même rumb, en lieues Est & Ouest, & en lieues Nord & Sud, il sera aisé de comprendre qu'on peut regarder le point de départ comme le sommet *C* d'un triangle, (voy. dans la Carte de la Manche, Pl. VII.) Pl. VII. La ligne Nord & Sud *CD* est la direction d'un côté; le chemin parcouru *CA* est la direction d'un autre côté; le rumb de vent qu'on a suivi est l'obliquité de la route à l'égard de la ligne Nord & Sud, & par conséquent mesure l'angle *ACD* formé au point de départ, entre la ligne Nord & Sud *CD* & la route parcourue *CA* : cette route parcourue étant d'un certain nombre de lieues ou de milles, est d'une longueur déterminée *CA* aboutissante à un point d'arrivée *A*. Par conséquent si par l'extrémité *A* de la droite qui mesure la longueur de la route, on fait passer une perpendiculaire *AD* sur la ligne Nord & Sud, cette perpendiculaire représentera une ligne Est & Ouest; sa longueur *AD* exprimera le chemin parcouru Est & Ouest, & la longueur de *CD* exprimera le chemin parcouru Nord & Sud.

Il eſt donc clair que *la route parcourue par un Navire, en ſuivant un même rumb, eſt l'hypoténuſe d'un triangle rectangle, dont l'un des deux côtés eſt la ligne Nord & Sud, & l'autre la ligne Eſt & Oueſt; dont l'angle au point de départ eſt meſuré par le rumb de vent, & l'angle au point d'arrivée eſt* (46) *le complément du même rumb.*

837. Cela poſé, étant donné le nombre de lieues ou de milles parcourus ſelon un rumb auſſi connu, on a l'hypoténuſe & les angles du triangle rectangle dont il s'agit de trouver la longueur des côtés : il n'y a pour cela qu'une regle de proportion fort aiſée, à faire pour chaque côté. Ainſi pour trouver les lieues ou milles Eſt & Oueſt, on aura (82) *le ſinus total eſt au nombre de lieues ou de milles parcourus, comme le ſinus du rumb de vent eſt au nombre des lieues ou de milles Eſt & Oueſt.*

838. On découvrira les lieues Nord ou Sud, en faiſant cette autre regle de Trois : *Le ſinus total eſt aux lieues parcourues, comme le coſinus du rumb de vent eſt aux lieues Nord & Sud.* Ou ſi l'on emploie les milles, on trouvera tout de ſuite la différence en latitude en faiſant *le ſinus total eſt au nombre des milles parcourus, comme le coſinus du rumb de vent eſt au nombre des minutes de la différence en latitude.*

Réduire les lieues Eſt & Oueſt en degrés de Longitude.

839. La différence en latitude étant trouvée par les lieues Nord & Sud, ou par le calcul des milles, on cherchera le moyen parallele comme à l'ordinaire; on paſſera enſuite à la réduction des lieues Eſt & Oueſt en degrés de longitude. Pour cela il faut faire cette proportion : *Comme le coſinus de la latitude du moyen parallele eſt aux lieues Eſt & Oueſt, ainſi le ſinus total eſt à un nombre dont le triple eſt celui des minutes de degré de la différence en longitude.*

840. Etant donnés les milles parcourus ſelon un rumb de vent, on peut, par une ſeule regle de Trois compoſée des deux précédentes, trouver la différence de longitnde

n faisant cette proportion : *Comme le cosinus de la latitude u moyen parallele est au sinus du rumb de vent, ainsi le ombre de milles parcourus est au nombre de minutes de la ifférence en longitude.*

Exemple du calcul pour la solution du Problême général : Étant donnés le point du départ, le rumb de vent & le chemin parcouru, trouver le point d'arrivée.

841. On est parti de 60° 45′ de latitude Nord, & de 5 degrés de longitude, on a couru 226 milles & un iers au NE$\frac{1}{4}$N. On demande la latitude & la longitude l'arrivée.

	Deg.	Min.
Latitude du départ N	60	45
Différence en latitude N . . .	3	8
Latitude d'arrivée N	63	53
Mayen parallele.	62	19
Longitude du départ.	15	0
Différence en longitude E. . .	4	31
Longitude d'arrivée	19	31

188,2 Milles au Nord.

60°	45′	
63	53	
124°	38′	
62	19	Moyen parallele.
4	31	diff. de long. à l'E.

842. Le NE$\frac{1}{4}$N faisant un rumb de 33° 45′ avec le Nord, je dispose ainsi mon calcul. Par la seconde proportion (838)

Log. cosin. 33° 45′ 9.91985
Log. 226,3 milles. 2.35468
Log. milles N & S. . . . . 2.27453 . . . 188,2

Ces 188,2 milles font 3° 8′,2 de différence de latitude; d'où je conclus la latitude d'arivée de 63° 53′,2 Nord, & celle du moyen parallele de 62° 19′; c'est pourquoi, par la regle (840), j'écrirai. . . .

Log. sin. 33° 45′ 9.74474
Log. 226,3 milles. 2.35468
Somme. 12.09942
Otez le log. cosin. 62° 19′. . 9.66706
Log. minut. de longit. . . . . . . 2.43236 . . . 270,6

On a donc 270,6 minutes de différence de longitude à l'Eſt, qui valent 4° 30',6, ou 4° 30' 36", parce que chaque dixieme de minute vaut 6 ſecondes. Par la même raiſon on peut mettre 3° 8' 12" pour la différence de latitude.

I I.

Solution du ſecond Problême général de Navigation.

Etant donnés le point de départ, le rumb de vent qu'on a ſuivi, & la latitude du point d'arrivée, trouver la longueur du chemin parcouru, & la longitude du point d'arrivée.

843. EXEMPLE. On eſt parti de 44 deg. de latitude Sud & de 359 de longitude, & ayant couru au SSE 5° S, on eſt arrivé par 48 deg. de latitude auſſi Sud. On demande le nombre de lieues qu'on a courues, & la longitude du point où on eſt arrivé.

La différence en latitude eſt de 4 deg. ou de 80 lieues, ou de 240 milles; c'eſt la longueur du chemin parcouru Nord & Sud. L'angle du rumb de vent feroit de 22° 30', ſi nous avions couru exactement au SSE; mais il en faut retrancher 5 deg. Cela ſuppoſé, dans le triangle rectangle formé par la route, par la ligne Nord & Sud, & par la ligne Eſt & Oueſt, nous connoiſſons la ligne Nord & Sud de 240 milles, & l'angle qu'elle forme avec la route de 17° 30', il s'agit de trouver les milles de la route parcourue, & les minutes de différence de longitude qui répondent à la ligne Eſt & Oueſt.

844. I°. On trouvera la longueur de la route parcourue par la proportion rapportée au premier Livre (N° 84):

Comme le coſinus du rumb de vent eſt au nombre des milles parcourus en latitude, ainſi le rayon eſt au nombre de milles qui exprime la longueur du chemin parcouru.

On aura donc....

Log. 240 milles & du rayon..	12.38021	
Log. coſin. 17° 30'........	9.97942	
Log. de la route parcourue...	2.40079..	251,6

Ces

Ces 251,6 milles valent 84 lieues à très-peu près.

845. II°. Ayant calculé le moyen parallele par les latitudes connues, on trouvera les minutes de la différence de longitude qui répondent à la ligne Eſt & Oueſt, par cette proportion, compoſée de celle du n° 85 & du n° 840: *Comme le coſinus de la latitude du moyen parallele eſt à la tangente du rumb de vent, ainſi le nombre de milles parcourus en latitude eſt au nombre de minutes de la différence en longitude.* Dans cet Exemple, le moyen parallele eſt celui de 46 degrés. On a donc....

Log. tangente 17° 30′	9.49872
Log. 240 milles en latitude....	2.38021
Somme......................	11.87893
Log. coſin. 46 dég...........	9.84177
Log. de min. de diff. en longit...	2.03716...108,9

Les 108,9 minutes valent à très-peu près 1° 49′ de différence de longitude Eſt, ainſi le point d'arrivée eſt par 0° 49′ de longitude.

III.

Solution du troiſieme Problême.

Etant donnés le point du départ, la latitude du point d'arrivée, & la longueur du chemin parcouru, trouver le rumb de vent qu'on a dû ſuivre, & la longitude du point d'arrivée.

846. EXEMPLE. On eſt parti de 48° 45′ de latitude Nord, & de 2° 50′ de longitude, on a couru 160 lieues ſur une route dirigée entre le Sud & l'Oueſt, & on eſt arrivé par 43° 30′ de latitude auſſi Nord. On demande quel eſt le rumb de vent qu'on a ſuivi, & par quelle longitude on eſt arrivé.

847. Dans ce Problême la ligne Nord & Sud eſt connue par les latitudes du départ & de l'arrivée; la route, auſſi connue, donne avec cette ligne l'hypoténuſe & un côté

du triangle rectangle qu'il faut résoudre en cherchant ; 1°, l'angle renfermé entre ces deux côtés connus, lequel sera le rumb de vent ; 2°, le troisieme côté qui sera la ligne Est & Ouest, qu'il faudra réduire en degrés de longitude.

848. On aura donc le rumb de vent par cette proportion (83) : *Comme le nombre de lieues ou de milles de la route parcourue est au nombre de lieues ou de milles parcourus en latitude, ainsi le sinus total est au cosinus du rumb de vent.*

Dans cet Exemple on a fait 5° 15′ en latitude, qui valent 315 milles : les 160 lieues de route valent 480 milles : on a donc....

Log. 315 & du rayon......	12.49831	
Log. 480................	2.68124	
Log. cosin. rumb..........	9.81707...	48° 59′

Le rumb de vent est donc 48° 59′, ou en nombres ronds 49 deg. & parce que la route s'est faite entre le Sud & l'Ouest, ce rumb a dû être S O 4° O.

849. Pour avoir la différence de longitude, il faut d'abord calculer le moyen parallele, qu'on trouvera dans cet Exemple de 46° 7′½. Ensuite on se servira de l'une ou de l'autre des deux proportions rapportées aux N° 844 & 845. Il faut employer la premiere, quand le nombre de milles parcourus en latitude est très-petit par rapport à celui qui a été parcouru en route : il faut au contraire employer la seconde toutes les fois que le nombre de milles parcourus en latitude est au-dessus de la moitié de celui des milles parcourus en route, comme dans cet Exemple, où 315 est bien plus que la moitié de 480. Ainsi on aura....

Log. tangente 48° 59′.....	10.06058	
Log. 315 milles en latitude..	2.49831	
Somme..................	12.55889	
Log. cosin. 46° 7′½........	9.84079	
Log. min. diff. en longit.....	2.71810...	522,5

On a donc 522′½ ou 8°42′½ pour la différence des longitudes Oueſt, & par conſéquent la longitude du point d'arrivée eſt 354° 7′½.

I V.

QUATRIEME PROBLEME.

Etant donnés de poſition les points de départ & d'arrivée, trouver leur diſtance & le rumb de vent qu'il faut ſuivre pour y faire route, pourvu que ces deux points ne ſoient pas éloignés de pluſieurs centaines de lieues.

850. EXEMPLE. On part de 43° 30′ de latitude Nord, & de 354° 7′ de longitude, & on veut arriver à un lieu placé par 48° 45′ de latitude auſſi Nord, & 2° 50′ de longitude. On demande le rumb de vent qu'il faut courir, & la longueur de la route à faire.

851. Par le moyen des deux latitudes connues on prendra le moyen parallele 46° 7′½ : on prendra la différence des longitudes 8° 43′, qu'on réduira en minutes, c'eſt ici 523, & la différence des latitudes qu'on réduira en minutes ou milles, c'eſt ici 315. On renverſera la proportion rapportée N° 845, pour avoir le rumb de vent : *Comme le nombre de milles parcourus en latitude, eſt au nombre des minutes de différence de longitudes, ainſi le coſinus de la latitude du moyen parallele, eſt à la tangente du rumb de vent.* On aura par ce moyen un des côtés du triangle rectangle, ſavoir, le nombre de milles parcourus en latitude ou de la ligne Nord & Sud, & l'angle compris entre ce côté & l'hypoténuſe, qui eſt la diſtance demandée. On la trouvera donc par cette proportion (84) : *Comme le coſinus du rumb eſt au rayon, ainſi le nombre de milles Nord & Sud eſt au nombre de milles de diſtance.* Ou par celle-ci, ſi le nombre de milles Nord & Sud eſt fort petit par rapport au nombre de milles Eſt & Oueſt : *Comme le ſinus du rumb eſt au coſinus du moyen parallele, ainſi le nombre des minutes de la différence des longitudes eſt aux milles de diſtances.* Voici l'Exemple du calcul.

Log. 523 min. diff. longit.... 2.71850
Log. cosin. 46° 7′½........ 9.84079

Somme.................12.55929
Log. 315 milles en latitude... 2.49831

Log. tang. rumb...........10.06098...49° 1′

Ainsi le rumb est N E 4° E, en négligeant la minute.

Log. 315 mill. N & S & rayon. 12.49831
Log. cosin. 49° 1′......... 9.81680

Log. milles de distance..... 2.68151...480,4

La distance est donc un peu plus de 160 lieues.

852. REMARQUE. Lorsque la distance des lieux est fort grande, le calcul de ce Problême est du ressort de la Trigonométrie sphérique ou de la Navigation par les loxodromies. Nous ne ferons qu'effleurer la matiere par la Trigonométrie sphérique, pour faire voir l'usage qu'on peut faire de cette science dans la Marine.

853. EXEMPLE II. Du Cap de Bonne-Esperance, qui est par 36° 4′ de longitude, & par 33° 55′ de latitude Sud, on veut aller à Rio-Janeïro, qui est par 334° 49′ de longitude, & 22° 54′ de latitude australe. On demande quel rumb de vent il faudroit prendre, & quelle est la longueur de la route qu'il faut parcourir.

854. On sent bien que l'application de ce Problême n'a pas lieu, lorsqu'il faut aller chercher les vents, ou reconnoître des Caps pour les doubler, avant que de parvenir d'un lieu à l'autre.

855. Pour diriger mon calcul, je fais une figure où *E N Q P* (*Fig.* 62.) représente un hémisphere du Globe terrestre, sur lequel sont situés les deux lieux donnés. *E Q* représente l'Equateur, *N* le Pole Nord, *P* le Pole Sud. Je suppose Rio-Janeïro quelque part vers le Sud de la Ligne en *R*, & je tire son Méridien *N R P*. Je suppose pareillement le Cap de Bonne-Esperance en *C*, & je tire son Méridien *N C P*. Alors je vois que *R P* est le complément de la hauteur du Pole de Rio-Janeïro, *P C* celui de la latitude du Cap, & qu'enfin l'angle au Pole *R P C*, entre les Méridiens de ces lieux, doit être donné par la différence de leurs longitudes. Si j'imagine un arc de grand cercle *C R*, qui passe par les deux lieux, j'aurai un triangle sphérique obliquangle *R P C*, dans lequel j'aurai *P R* de 67° 6′, *P C* de 56° 5′, & l'angle compris *R P C* de 61° 15′. Le côté opposé *R C*, étant trouvé par le calcul, me donnera le nombre de degrés de grand cercle qui mesure la distance de ces deux lieux, & par conséquent le nombre de lieues de route à faire. L'angle *P C R* est l'angle de l'obliquité d

a route CR, par rapport au Méridien CP, ou à la ligne Sud du Cap: et angle est donc le rumb de vent qu'il faut prendre en partant du Cap. Or nous trouverons RC par la regle rapportée N° 159, & l'angle PCR par la regle N° 162. En voici le calcul.

856. Imaginant un arc perpendiculaire Cd abaissé de l'extrémité du plus petit côté connu sur le plus grand, j'écris. . . .

Log. tangente 56° 5′.	0.17238	
Log. cosin. 61° 5′.	9.68443	
Log. tangente Pd.	9.85681	. . . 35° 43′

Otant 35° 43′ de 67° 6′, reste Rd de 31° 23′.

Log. cosin. 31° 23′	9.93131	
Log. cosin. 56 5	9.74662	
Somme	19.67793	
Log. cosin. 35 43	9.90951	
Log. cosin. distance cherchée . .	9.76842	. . . 54° 4′

La distance étant de 54° 4′, la route est de 3244 milles ou de 1081 lieues $\frac{1}{3}$ à parcourir.

Je calcule maintenant l'angle PCR. . . .

PR.	67° 6′		
PC.	56 5	. . . Log. sin.	9.91900
CR.	54 4	. . . Log. sin.	9.90832
Somme.	177 15		19.82732
Moitié.	88 37$\frac{1}{2}$		
Premier excès. .	32 32$\frac{1}{2}$	. . 9.73071	
Second excès . .	34 33$\frac{1}{2}$	. . 9.75377	
Somme plus 20		39.48448	
Somme des Sin. PC, CR . .		19.82732	
Reste		19.65716	
Moitié.		9.82858	. . Log. sin. 42° 22′
Le double est le rumb cherché.			84 44

Donc en partant du Cap il semble qu'il faudroit faire la route O$\frac{1}{4}$ S O 6° O. Mais en la suivant à la Boussole, il s'en faudroit de beaucoup qu'on allât droit à Rio-Janeïro, par les raisons qu'on a vues (233), & à cet égard il est bien plus commode de prendre le rumb de vent sur la Carte réduite ; on l'y trouvera à l'O$\frac{1}{4}$ N O quelques degrés N. Cependant si ayant pris en partant du Cap un alignement à l'O$\frac{1}{4}$ S O 6° O, on pouvoit suivre, non pas ce rumb, mais cet alignement sans s'en écarter, comme on feroit s'il étoit possible de marquer cet alignement par une suite de piquets, qui s'effaçassent les uns les autres, ainsi que cela se pratique sur Terre, on arriveroit infailliblement à

Rio-Janeïro, parce qu'alors on décriroit réellement l'arc de grand cercle *CR*.

857. REMARQUE. Le cinq & fixieme Problêmes, qui ont été réfolus dans le Chapitre précédent, font trop peu d'ufage pour être répétés ici.

TROISIEME SECTION.

De la Navigation par la Loxodromie.

I.

De la Conftruction des Tables des Latitudes croiffantes, & de la maniere de s'en fervir pour réfoudre les Problêmes de Navigation.

858. LES Méthodes précédentes de naviguer font fuffifamment exactes dans la pratique, pourvu qu'on ait foin, comme nous en avons expreffément averti, de réduire fes routes chaque jour, & qu'on ne faffe jamais ces prétendues réductions générales auxquelles on a quelquefois recours, faute de connoître toute la limitation des regles ordinaires. Lorfque les routes font très-courtes, ou, pour parler plus exactement, lorfque le changement en latitude eft médiocre, quoique la route puiffe être très-longue, la fuppofition qu'on fait que les lieues Eft & Oueft ont été courues fur un parallele qui tient précifément le milieu entre les deux latitudes, n'eft fujette à aucune erreur fenfible. Mais fi la différence en latitude eft fort grande, & qu'on ait en même temps beaucoup de lieues Eft & Oueft à réduire, le défaut du moyen parallele peut devenir confidérable. Ainfi pour perfectionner l'art, & avoir un terme de comparaifon auquel on puiffe recourir dans les rencontres extraordinaires, on a befoin de quelqu'autre Méthode plus exacte.



II.

Trouver la différence en longitude avec exactitude pour les plus longues Routes, principalement pour celles qui font un angle de 45 degrés avec le Méridien.

859. L'unique expédient qui se présente pour éviter le défaut du moyen parallele, consiste à partager la route en de très-petites portions, & à en faire la réduction séparément. On peut rendre les parties plus ou moins petites ; mais il est certain que si on a couru au NE, par exemple, & qu'on considere à part chaque portion de la route qui répond à une minute de différence en latitude, on pourra traiter à tous égards le petit triangle loxodromique comme parfaitement rectiligne. On n'aura aussi aucune erreur à craindre de la part du moyen parallele ; puisqu'il seroit même indifférent de faire alors la réduction pour la longitude sur le parallele de la latitude du départ, ou sur celui de la latitude d'arrivée de la petite portion de route. Cette méthode est extrêmement longue ; mais outre qu'on peut l'abréger, il suffit de l'appliquer en particulier à une seule loxodromie, comme celle du NE.

860. *Lorsque deux routes sont comprises entre les mêmes latitudes, les différences en longitude qu'elles produisent sont exactement comme les tangentes de leurs obliquités, ou des angles qu'elles font avec le Méridien.* C'est ce qu'on appercevra aisément par un peu d'attention. La différence en latitude étant la même pour les deux routes, les lieues Est & Ouest feront comme les tangentes des deux angles de rumbs de vent ; & lorsqu'on réduira ces lieues en degrés de longitude, le moyen parallele, quel qu'il soit, étant exactement le même, les deux différences en longitude seront encore dans le même rapport, elles seront toujours l'une à l'autre comme les tangentes des deux rumbs de

vent. C'eſt ce qu'on voit également en diviſant les routes par petites portions. Les petites parties correſpondantes qui ſeront compriſes entre les mêmes paralleles à l'Equateur, produiront de petites différences en longitude proportionnelles aux tangentes des obliquités des rumbs de vent. Ainſi *il ſuffit de calculer une fois pour toutes, les différences en longitude pour une ſeule loxodromie, pour le NE, par exemple; & ſi on en compoſe une Table, on la fera ſervir pour les autres rumbs de vent, en ne faiſant que cette ſimple proportion. La tangente de 45 degrés eſt à la longitude que fournit la Table pour le NE, comme la tangente de l'obliquité de tout autre rumb de vent, ſera à la différence en longitude requiſe.*

861. Il ne s'agit donc que de calculer immédiatement les différences en longitude pour le NE. Si *AI* (*Fig.* 40.) repréſente cette route, & qu'on la ſuppoſe diviſée réellement en petites portions qui répondent à chaque minute de différence en latitude, toutes les parties *AF*, *FG*, *GH*, &c, de la loxodromie, ſeront égales entr'elles, & toutes les petites quantités *LF*, *MG*, *NH*, &c, avancées vers l'Eſt, ſeront chacune d'un mille ou d'un tiers de lieue. Quant aux petites différences en longitude correſpondantes, elles augmenteront à meſure qu'on avancera vers le Pole: elles deviendront plus grandes dans le même rapport que le ſinus total ſera plus grand que le ſinus complément de la latitude, ou (78) que la ſécante de la latitude ſera plus grande que le ſinus total. Les petits côtés *LF*, *MG*, *NH*, &c, qui repréſentent les lieues E & O, étant exactement d'un mille ou d'un tiers de lieue, nous ferons cette analogie: *Le ſinus total eſt à un mille, comme la ſécante de chaque latitude ſera à la petite différence en longitude, ou au petit arc de l'Equateur correſpondant.*

862. Il ſuit de-là que nous n'avons qu'à prendre ſucceſſivement, dans les Tables des ſinus, toutes les ſécantes de minute en minute, & les ajouter enſemble; & que ſi nous retranchons 5 chiffres à la droite, celles de la gauche nous donneront les différences en longitude exprimées en minutes

our le NE. C'eſt de cette ſorte qu'on a calculé la Table ue nous inſérerons à la fin de ce Traité (page 22). Si on cherche vis-à-vis de 62° 0′, on trouvera 4775 parties ou iinutes, parce que la ſomme de toutes les ſécantes de minute en minute donne 4775 minutes de différence en lonitude totale, lorſqu'on part de l'Equateur, & qu'on court u NE juſques par 62 deg. de latitude. Si, après qu'on a ouvé la différence en longitude pour 62 deg. de latitude, n veut trouver de combien elle augmente lorſqu'on contiue à courir au NE juſques par 62° 10′, il n'y a qu'à ajouter s dix ſécantes ſuivantes, & retrancher toujours 5 chiffres la droite pour tenir lieu de la diviſion par 100000; il iendra 21 ½ minutes, ou plutôt 21.35316 pour l'augmention, & on aura 4796 minutes, valeur de 79° 56′ pour différence en longitude totale.

863. La Table qui indique ces quantités, porte le nom e *Table des Latitudes croiſſantes*, parce qu'elle marque en ıême temps les accroiſſements qu'on doit donner aux deg. u Méridien dans les Cartes réduites. On peut ſe reſſouenir que nous ſuivions préciſément en effet la même méode dans le ſecond Livre (N° 241 & ſuiv.) pour les éterminer. Ce ſont deux différentes vues qu'on peut avoir ı faiſant la même opération : on peut, en cherchant la ımme de toutes les ſécantes dont on retranche cinq chiffres, propoſer ces deux choſes : 1°, De découvrir les différnces en longitude exprimées en minutes pour le NE : °, De trouver l'extenſion qu'il faut donner aux parties du léridien dans les Cartes marines. Ainſi *auſſi-tôt qu'on veut préſenter les rumbs de vent par des lignes droites ſur les artes, il faut donner aux parties du Méridien des longueurs xactement égales aux changements de longitude produits ar le NE.*



I I I.

Seconde Méthode de calculer les différences en longitude pour les Rumbs de vent, dont l'obliquité eſt de 45 degrés.

864. Nous avons une autre méthode beaucoup plus courte pour trouver les différences en longitude pour le N E, mais dont il ſera d'un autre côté beaucoup plus difficile d'appercevoir la raiſon. On prendra dans les Tables des logarithmes des ſinus & tangentes, dont la caractériſtique eſt ſuivie de ſix chiffres, les logarithmes des tangentes de la moitié de la diſtance de chaque latitude à un des Poles; on prendra toujours la différence de ces logarithmes, & la diviſant par $126\frac{1}{3}$, on aura au quotient la différence en longitude requiſe exprimée en minutes.

865. *Premier Exemple.* Suppoſons qu'on ſoit parti de l'Equateur, & qu'en courant au N E, on ſoit arrivé par 62 deg. de latitude. L'Equateur & le parallele de l'arrivée ſont éloignés du Pole du Nord de 90 degrés & de 28; la moitié de ces diſtances eſt 45 deg. & 14. J'en cherche les log. de tangentes 10.000000, & 9.396771, & diviſant leur différence 603229 par $126\frac{1}{3}$, il me vient 4775 min pour la différence en longitude; ce qui s'accorde parfaitement avec la Table des latitudes croiſſantes.

866. *Second Exemple.* On part de 30 deg. de latitude Sud, on court au N E juſques par 70 degrés de latitude Nord; & on demande la différence en longitude. On n'a qu'à prendre la diſtance des deux paralleles juſqu'à l'un ou l'autre Pole. Les deux diſtances au Pole du Nord ſont de 120 & de 20 deg. dont les moitiés ſont de 60 deg. & de 10 J'en cherche les log. tangentes, & diviſant leur différence 992242 par $126\frac{1}{3}$, il me vient 7854 minutes pour la différence en longitude, qu'on trouve auſſi la même dans la Table des latitudes croiſſantes, en ajoutant 1888 minutes qui eſt la différence en longitude qui répond à 30 deg. avec 5966 qui répond à 70 deg.

Démonſtration de la Méthode précédente de calculer les différences en longitude.

867. Pour démontrer l'exactitude de cette Méthode, nous ſuppo- Fig. 64.
rons que la ligne courbe *AFGH* (*Fig.* 64.) repréſente la loxo-
omie dont l'obliquité eſt de 45 deg. ſur le Globe *NASE*; & qu'à
eu près de la même maniere qu'on a repréſenté les deux moitiés du
iel ſur le plan de l'Equateur, dans les deux Cartes céleſtes qu'on a
ues, on ſe propoſe auſſi de repréſenter toute la ſurface de la Terre
r le plan de l'Equateur *ABDE*. Nous ſuppoſerons d'abord l'œil du
pectateur dans le Pole *S*. Alors les quarts de Méridien *AN*, *BN*, &c,
ront repréſentés par les rayons *AC*, *BC*, &c, de l'Equateur; les
ıralleles à l'Equateur le ſeront par des cercles qui auront le point *C*
our centre, & la loxodromie *AFH* le ſera par la ligne courbe *AMNR*.
868. Les deux Méridiens *NBS* & *NDS* étant infiniment voiſins
un de l'autre, la petite portion *FG* de la loxodromie doit être conſi-
érée comme une ligne droite, de même que la petite différence en
titude *FI* qui y répond, & le petit côté *IG* qui eſt une portion du
ırallele à l'Equateur, dont le centre eſt en *K*, & dont *IK* & *GK*
nt deux rayons. Si des trois points *F*, *I* & *G*, on tire trois lignes
roites au Pole *S*, leur rencontre avec le plan de l'Equateur nous
onnera le petit triangle *MPN*, qui repréſentera le petit triangle lo-
odromique *FIG*. Le petit côté *PN* ſera une petite portion d'arc de
ercle, dont le centre eſt en *C*; de ſorte que *PC* & *NC* ſont égaux.
D'un autre côté les lignes *MC* & *NC* étant perpendiculaires à *CS*,
ui eſt un des rayons du Globe, ces lignes ſont égales aux tangentes
es angles en *S*; c'eſt-à-dire, que *MC* eſt la tangente de l'angle
MSC qui a pour meſure la moitié de la diſtance du point *F* au Pole *N*
u Nord, comme le ſavent les Lecteurs qui ſont initiés dans la Géo-
nétrie élémentaire; & on peut dire la même choſe de *PC* ou de *NC*.
De ſorte que tous les points *F*, *I*, *G*, &c, de la ſurface du Globe,
ont repréſentés ſur le plan de l'Equateur par des points *M*, *P*, *N*, &c,
ui ſont éloignés du centre *C* de la Sphere, de diſtances égales aux
angentes de la moitié du complément des latitudes.
869. Nous imaginerons après cela une infinité d'autres Méridiens
ui partagent l'Equateur en petites parties égales à *BD*. La loxodro-
nie ſe trouvera diviſée en même temps en autant de petites parties,
nais qui ſeront inégales entr'elles, & qui iront en diminuant, à me-
ure qu'on conſidérera des points de la ligne courbe plus avancés vers
e Pole. Le rayon *BC* ou *DC* de l'Equateur ſera au petit arc *BD*,
omme le ſinus complément *IK* ou *GK* de la latitude du point *G* ſera
u petit eſpace *IG* qui tient lieu de milles E & O de la petite portion
e route *FG*, & qui eſt égal à *FI*, puiſque notre loxodromie eſt le
N E. Ainſi dans la ſuppoſition que nous venons de faire de la circon-

Fig. 64. férence de l'Equateur diviſée en petites parties parfaitement égales entr'elles, il y a un rapport conſtant des ſinus de compléments *IK* de chaque latitude aux petites différences en latitude *FI*. Ce rapport eſt continuellement le même; puiſqu'il eſt égal à celui du rayon ou ſinus total à chacune des petites parties égales *B D* de l'Equateur.

870. La ſeconde des trois lignes droites que nous avons tirées des points *F*, *I* & *G* au Pole *S*, coupera au-dedans du Globe au point *O*, le ſinus *FL* qui eſt parallele à *IK*; & nous aurons le petit triangle *IFO* qui ſera iſocelle. Il ſuffit, pour s'en aſſurer, de faire attention que le petit arc *FI* peut être conſidéré comme une portion de la tangente qui toucheroit le Globe ou le Méridien en *F* ou en *I*. Il s'enſuivra de-là que dans le petit triangle *IFO*, l'angle en *I* a pour meſure la moitié de l'arc *IBS*. Mais l'angle en *O* a pour meſure la moitié d'un arc égal, ſavoir de l'arc *S i*, qui eſt de l'autre côté de la Terre: car, dans la rigueur, l'angle *O* a pour meſure la moitié de *S f* moins la moitié de *F I*; mais on peut ſur la grandeur de l'arc *S i*, négliger *i f* & *I F*, qui ſont infiniment petits.

871. Ainſi le petit triangle *IFO* eſt iſocelle; le petit côté *O F* eſt égal à *FI*; & puiſqu'il y a un rapport conſtant entre les ſinus *IK* & les petits arcs *FI*, il y aura auſſi un rapport conſtant entre ces ſinus & *FO*. Ce même rapport ſubſiſte entre *FL* & *FO*; car on peut négliger la différence infiniment petite qui ſe trouve entre *IK* & *FL*; & ce même rapport doit encore ſe trouver entre *MC* & *MP*. Nous voyons donc que lorſqu'on diviſe l'Equateur en une infinité de parties égales, les tangentes de la moitié du complément des latitudes de tous les points correſpondants de la loxodromie, vont continuellement en diminuant en progreſſion géométrique vers les Poles: chacune de ces tangentes, comme *MC*, eſt à ſon excès *MP* ſur la tangente ſuivante *NC*, dans le même rapport que le rayon eſt à une des petites parties *B D* de l'Equateur.

872. On peut tirer différentes conſéquences de cette remarque; mais nous nous contenterons de tirer celle-ci. Si l'on prend les log. des tangentes de la moitié des compléments des latitudes des points *F*, *G*, &c, de la loxodromie, les différences de ces logarithmes ſeront exactement égales entr'elles, à cauſe de la propriété des logarithmes; & on pourra comparer ces différences aux petits arcs *B D* de l'Equateur, qui ſont auſſi égaux entr'eux. On peut prendre même un certain nombre de ces différences logarithmiques pour en former des différences plus grandes, & pourvu qu'on prenne le même nombre de petits arcs de l'Equateur, le rapport ſubſiſtera toujours. Or comme ce raiſonnement eſt le même pour toutes les parties de la loxodromie, nous reconnoiſſons cette vérité importante; que ſi on conſidere deux points dans cette ligne courbe, & que ſi on prend les log. des tangentes de la moitié de la diſtance de ces deux points au Pole, il y aura même rapport de la différence de ces deux logarithmes à l'arc de l'Equateur correſpondant, ou à la différence en longitude, que de toute autre différence des log. de tangentes, à la différence en longitude correſpondante.

873. Nous pouvons maintenant appercevoir avec facilité la raiſon ſur laquelle eſt fondée la regle preſcrite ci-devant. Si l'on part de l'Equateur, & qu'en courant au N E on parvienne par une minute de latitude, on n'aura avancé à l'Eſt qu'un tiers de lieue ou un mille ; & ce progrès à l'Eſt produira une minute de changement en longitude, parce qu'on eſt encore, pour ainſi dire, ſur l'Equateur. Or ſi l'on prend les log. de tangentes des moitiés des deux diſtances au Pole, ſavoir, de 45° & de 44° 59′½, on trouvera pour leur différence 126, (nous ajoutons ici ⅓, parce qu'en prenant des logarithmes composés d'un plus grand nombre de chiffres, on trouve que la différence dont on a beſoin ici eſt plus préciſément de 126⅓ que de 126,) & puiſqu'il y aura même rapport à l'égard de toutes les autres parties de la loxodromie, on n'aura qu'à faire la regle de Trois ſuivante : 126⅓ eſt au petit arc de l'Equateur d'une minute, comme la différence des tangentes logarithmiques de la moitié des diſtances de deux autres points quelconques de la loxodromie au Pole, ſera aux minutes de différence en longitude entre ces deux points. Fig. 64.

874. Une remarque qui ſe préſente ici, & qui paroîtra curieuſe, c'eſt que ſi ſur l'échelle Angloiſe des tangentes (voy. plus bas N° 898 ce que c'eſt que l'échelle Angloiſe,) on change l'ordre des chiffres, & qu'après avoir écrit zéro au point de 45 deg. on mette 5 deg. à la place de 42½ deg. qu'on écrive 10 deg. à la place de 40 deg. 15 deg. à la place de 37½, &c, cette échelle de tangentes ſe trouvera convertie en échelle de latitudes croiſſantes, propre à ſervir de Méridien à une Carte réduite. On ne doit jamais oublier que les parties de cette derniere échelle expriment les longitudes par rapport aux latitudes pour le N E. Or lorſqu'après avoir écrit zéro à la place de 45 deg. ſur l'échelle des log. de tangentes, on met 5 deg. à la place de 42½ deg. & 10 à la place de 40, &c, on rend les différences en longitude proportionnelles aux différences des log. de tangentes des moitiés des diſtances de chaque point de la loxodromie au Pole. En effet 45 deg. eſt la moitié du complément de la latitude *zéro*, & 40 eſt la moitié du complément de la latitude 10 deg. C'eſt pourquoi on marque zéro & 10 aux points de 45 & de 40.

875. Lorſqu'on transforme ainſi l'échelle des log. de tangentes en échelle des latitudes croiſſantes, les degrés de l'Equateur doivent toujours être égaux, comme il eſt évident, au premier degré du Méridien ; mais comme la moindre erreur pourroit ſe multiplier, ſi l'on ſe régloit ſur ce degré unique, on peut voir dans la Table des latitudes croiſſantes, que 50½ deg. de l'Equateur ſont égaux à 45 deg. du Méridien de la Carte, ou à l'intervalle compris entre 45° & 22° 30′ pris ſur l'échelle des log. de tangentes avant ſa transformation. Nous faiſons abſtraction du défaut de rondeur de la Terre, lorſque nous diſons que 45 degrés ſur le Méridien de la Carte réduite ſont égaux à 50½ degrés de longitude ; car, dans la rigueur, ils ne doivent être égaux qu'à 50° 3′, comme on le verra dans le Chapitre ſuivant.

I V.

Résolution des Problêmes de Navigation par la Table des Latitudes croissantes.

876. S'il s'agit de résoudre le premier Problême, où étant donnés le point de départ, le rumb de vent & les lieues de route, on demande le point d'arrivée. On cherchera la différence en latitude, comme au N° 838, par les sinus ou par les logarithmes. A l'égard des autres Problêmes, on fera toujours ensorte d'avoir le rumb de vent & les latitudes du départ & de l'arrivée; & on aura ensuite recours aux latitudes croissantes pour trouver la différence en longitude. On verra dans la Table les parties croissantes qui répondent aux deux latitudes; on soustraira les unes des autres, si les deux latitudes sont de même dénomination; mais on les ajoutera ensemble, si le point du départ & le point d'arrivée sont de différents côtés de l'Equateur. On aura de cette sorte la différence en longitude exprimée en minutes pour la route du N E, qui conduiroit d'une latitude à l'autre. Supposé qu'on n'eût pas de Table des latitudes croissantes, on chercheroit cette même différence en longitude par la méthode du N° 864. Enfin il ne restera plus que cette proportion à faire : *Le sinus total ou la tangente de 45 degrés est aux parties croissantes de différence en latitude, ou à la différence en longitude pour le N E, comme la tangente du rumb de vent sur lequel on a réellement couru, est à la différence en longitude requise.*

877. EXEMPLE I. On est parti des environs de la Martinique par 14° 40′ de latitude Nord, & 318 deg. de gitude, & on a couru 1000 lieues au N E $\frac{1}{4}$ E. On demande la latitude & longitude d'arrivée. Je trouve d'abord la différence en latitude par les méthodes ordinaires. Il me vient 555,6 lieues Nord, qui valent 27° 47′. Ainsi la latitude d'arrivée est de 42° 27′ Nord. Je cherche ensuite dans la Table des latitudes croissantes les parties qui répondent

la latitude du départ & à celle de l'arrivée. Je trouve 890 : 2818 dont la différence eſt de 1928; ce nombre mar-ueroit donc la différence en longitude, ſi on avoit couru u NE. La différence en longitude actuelle ſera plus grande, arce qu'on a couru au NE ¼ E : on la trouvera par cette roportion qu'on pourra faire par les logarithmes : *la tan-ente de 45 degrés eſt à 1928 minutes différence en longi-ıde qui conviendroit au NE, comme la tangente de 56° 15′ ſt à 2886 minutes pour la différence en longitude requiſe.* ?'eſt-à-dire qu'elle eſt de 48° 6′, & on ſera donc par 6° 6′ e longitude. On verra après cela, ſi l'on conſulte la Carte, u'on eſt arrivé très-proche du Cap de Finiſterre.

878. Si on réſolvoit ce Problême par la méthode or-inaire, en ſe ſervant du moyen parallele, on auroit 946.6 eues Eſt, qui vaudroient 47° 20′ de différence en longi-ıde; de ſorte qu'on tomberoit dans une erreur d'environ 6 minutes en défaut ſur la longitude.

:XEMPLE II, *relatif au quatrieme Problême du Chapitre II.*

879. On demande combien il y a de chemin, en ſui-ant toujours le même rumb de vent, depuis l'Iſle-de-Fer ıſqu'aux Antipodes de cette Iſle. L'Iſle-de-Fer eſt par 7° 48′ de latitude Nord, & nous la ſuppoſons par 0 deg. e longitude. On veut donc déterminer le chemin qu'il faut ıire pour ſe rendre par 27° 48′ de latitude Sud, & 180 de-rés de longitude.

880. Les parties croiſſantes qui répondent à 27° 48′ ont 1738, & c'eſt le même nombre pour l'autre latitude; ous les ajoutons, parce que les latitudes ſont de diffé-entes dénominations, & nous avons 3476 parties croiſ-ıntes de différence en latitude, ou 3476 min. de différence n longitude pour le SE, ou pour la route dont l'obliquité eroit de 45 deg. au lieu que notre différence en longitude ctuelle eſt de 180 degrés, ou de 10800 minutes. Il nous ıut donc faire la proportion ſuivante pour trouver l'angle

du rumb de vent : *Les 3476 minutes de différence en longi*
tude pour le SE sont au rayon, comme 10800 minutes d
différence en longitude actuelle sont à la tangente du rumb d
vent qu'on trouve d'un peu plus de 72° 9′½. C'est-à-dire
qu'en partant de l'Isle-de-Fer, il n'y a qu'à suivre l'E S
4° 39′½ E, ou l'O S O 4° 39′½ O, & on se rendra au poin
de la Terre qui est diamétralement opposé à cette Isle. Le
deux routes y conduisent également, parce que la diffé
rence en longitude est la même par un côté que par l'autre

881. La somme des latitudes est donnée; elle est d
55° 36′ valeur de 1112 lieues Sud. Le complément d
rumb de vent est de 17° 50′½, & si on cherche les lieues d
distance, on les trouvera de presque 3629½. Le chemi
seroit un peu plus court, si au lieu de se conduire sur un
loxodromie ou rumb de vent, on alloit comme en lign
droite, en suivant toujours exactement la même directio
On décriroit le demi-cercle; & le chemin seroit de 360
lieues, moitié de la circonférence de la Terre : mais on vo
combien la différence est peu considérable, malgré l'ex
trême longueur de la route.

EXEMPLE III, *relatif au cinquieme Problêm* *du même Chapitre.*

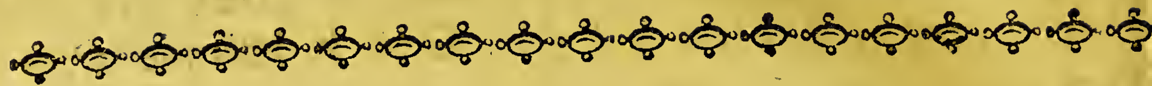
882. On est parti de 60° 45′ de latitude Nord, & d
15 deg. de longitude. On a couru au N E¼N, & on e
arrivé par 19° 30′ de longitude. On demande les lieues d
distance & la latitude d'arrivée. La différence en longitud
est de 4° 30′, ou de 270 min. & l'angle du rumb de ve
est de 33° 45′. Nous trouverons les parties croissantes d
différence en latitude, en faisant cette analogie : *La tan*
gente du rumb de vent est à 270 minutes de différence e
longitude actuelle, comme le sinus total est aux parties crois
santes de différence en latitude. Il vient 404, qu'il fau
ajouter aux parties croissantes de la latitude du départ
parce qu'ayant couru au Nord, on a dû augmenter en lat
tude. Les parties croissantes qui répondent à 60° 45′ so
4619

619, & si on y ajoute 404, il viendra 5023 qui ré-ondent dans la Table à 63° 53′. C'est la latitude d'ar-vée.

883. La différence en latitude étant trouvée, il sera cile de trouver les lieues de distance : on fera pour cela ne des analogies ordinaires.

884. Il ne nous reste plus qu'à ajouter que les latitudes oissantes ne sont d'aucun usage pour la solution de tous s Problêmes précédents, lorsque la route a été faite pré-sément à l'Est ou à l'Ouest. Il faut alors se servir simple-ient des Tables des Sinus, & réduire les lieues Est & uest en degrés de longitude, en y employant la latitude u départ. Il vaudroit même mieux se servir du moyen pa-llele, si la différence en latitude étant extrêmement petite, quantité dont on a avancé vers l'Est ou vers l'Ouest, étoit rt grande. Dans ce cas les méthodes ordinaires seroient xactes, comme nous avons déja eu occasion d'en avertir.





QUATRIEME SECTION,

Dans laquelle on explique ſuccinctemen
l'uſage du Compas de proportion, &
celui des Echelles Angloiſes pour ré-
ſoudre les Problêmes de Navigation.

CHAPITRE PREMIER.

De la Réduction des Routes par le Compa de proportion, & par l'Echelle des Cordes ſimples.

885. LE COMPAS de proportion, qui eſt une des principal pieces de l'Etui de Mathématiques, eſt formé de deux regles, q ſont ordinairement de cuivre, leſquelles ſont jointes par une cha niere qui leur permet de s'ouvrir ou de ſe fermer. Cet inſtrument e propre à former tous les triangles-rectilignes poſſibles ; les branch de cuivre en repréſentent deux côtés ; & on tire par la penſée u ligne droite, qui va d'une regle à l'autre, & qui acheve le triangl On voit ſur les deux faces de ces regles pluſieurs lignes droites échelles, qui concourent toutes au centre de la charniere, & qui o divers uſages. Mais il ne s'agit ici pour nous que *des échelles d cordes*, qui ſont marquées ſur une face, & *des échelles de parti égales*, qui ſont marquées ſur la face oppoſée. Nous ne dirons ici q l'eſſentiel de la ſolution des Problêmes par le compas de proportio parce que les diviſions de cet inſtrument ſont trop ſerrées pour po voir ſervir à des opérations fort exactes, lorſque les routes ont un p d'étendue.

886. Les deux échelles des cordes, (car il y en a une ſur chaq regle,) ſervent, en ouvrant le Compas de proportion, à former u angle de quel nombre de degrés on veut. Si on ſe propoſe d'ouvr l'inſtrument de 22° 30′, on prend ſur une des échelles une ouvertu de compas ordinaire égale à la corde de ce nombre de degrés; o tranſporte cette ouverture depuis le point de 60 degrés d'une échel

jusqu'au point de 60 degrés de l'autre échelle; alors les deux lignes des cordes formeront un angle de 22° 30′. Ainsi supposé qu'on prenne une des branches pour le Méridien, ou pour la ligne Nord & Sud, l'autre branche représentera le NNE ou le NNO, &c.

Trouver les Lieues Nord & Sud, & les Lieues Est & Ouest pour une Route proposée.

887. On a attention dans la construction de l'instrument, de faire ensorte que les deux échelles des parties égales, qui sont tracées sur une des faces, répondent exactement au-dessous des lignes ou échelles des cordes qui sont gravées sur l'autre face. Ainsi lorsqu'on forme un angle d'un certain nombre de degrés avec ces deux dernieres lignes, les deux autres en forment un qui est exactement de la même grandeur. On s'en assurera, en remarquant que le point de 100 parties répond au point de 60 deg. sur l'autre face, & qu'il est indifférent de porter la longueur de la corde d'un angle proposé, depuis le point de 100 parties jusqu'au point de 100 parties, ou depuis le point de 60 deg. jusqu'au point de 60 deg. Il ne reste, après qu'on a formé avec l'instrument un angle égal à celui du rumb de vent, qu'à compter sur les parties égales le nombre de lieues qu'on a courues, en considérant le centre de la charniere comme point de partance. L'extrémité des lieues de distance donnera le point d'arrivée; & il est évident que si on examine avec un compas commun combien ce point est éloigné de l'autre branche, qui représente la ligne Nord & Sud, on aura les lieues avancées vers l'Est ou vers l'Ouest. On reconnoîtra qu'on prend la plus courte distance, ou la distance perpendiculaire, en décrivant un petit arc avec le compas commun, qui ne doit faire que toucher la ligne Nord & Sud.

888. Si l'on entreprend de faire sur le Compas de proportion une des regles composées que nous nous sommes proposées ci-devant, comme celle du N° 810, nous aurons d'abord 100 lieues à courir sur le NE$\frac{1}{4}$N, la variation de la Boussole ayant été corrigée. Ce rumb de vent fait un angle de 33° 45′ avec la ligne Nord & Sud; c'est ce qu'on nomme l'angle du rumb de vent. Nous ouvrirons donc l'instrument de ce nombre de degrés; & après l'avoir renversé, nous compterons 100 lieues sur les parties égales; ce qui nous donnera le point d'arrivée de notre route. Mesurant ensuite la distance perpendiculaire de ce point à l'autre branche, ou plutôt à l'autre échelle des parties égales, nous trouverons que les lieues Est & Ouest sont 55$\frac{1}{2}$. Il nous restera après cela à trouver les lieues Nord, ou de différence en latitude; mais une incommodité qu'on ne peut gueres éviter dans l'usage du Compas de proportion, c'est qu'il faudra changer son ouverture.

889. On prendra le complément de 33° 45', on aura 56° 15' pour la diſtance de la route à l'Eſt. On ouvrira le Compas de proportion de ce dernier nombre de degrés; on renverſera l'inſtrument, & conſidérant une des branches comme la direction de la route, on comptera une ſeconde fois 100 lieues ſur les parties égales; & meſurant avec un Compas commun combien le point d'arrivée ſe trouve éloigné de l'autre branche, qui repréſentera, dans ce ſecond cas, la ligne Eſt & Oueſt, on aura les lieues Nord qui ſeront de 83, comme ſur le Quartier de réduction.

890. On fera la même choſe pour les autres routes, dont on aura déja diſpoſé les articles. On a couru dans la ſeconde 230 lieues à l'O N O, qui eſt éloigné du Nord de 67° 30'. On ouvrira le Compas de proportion de cette quantité; une des branches de l'inſtrument repréſentera enſuite le rumb de vent de la ſeconde route, pendant que l'autre branche repréſentera le Nord ou le Méridien. On comptera les 230 lieues, en prenant chaque petite partie de l'échelle pour deux lieues. Le point d'arrivée étant remarqué, on verra avec un Compas commun combien il eſt éloigné à l'Oueſt, & perpendiculairement de la ligne Nord & Sud, repréſentée par l'autre branche, & on trouvera 212 lieues Oueſt.

891. Le même inconvénient que ci-devant s'offrira encore, à cauſe des lieues Nord. Il faudra changer l'ouverture du Compas de proportion, & la rendre de 22° 30', afin qu'une des branches puiſſe repréſenter l'O N O, pendant que l'autre repréſentera l'Oueſt. Si on compte après cela 230 lieues ſur l'échelle des parties égales de la premiere, on verra que le point d'arrivée eſt avancé de 88 ½ lieues vers le Nord.

CHAPITRE II.

Méthode de réſoudre les Problêmes de Navigation par l'Echelle des Logarithmes, nommée vulgairement Echelle Angloiſe.

892. LES proportions que nous avons employées dans les Chapitres précédents, ſervent auſſi lorſqu'on veut réſoudre les Problêmes de Navigation par l'échelle des Logarithmes. Nous avons mis trois de ces échelles au bas d'une Carte, dont il eſt facile de les détacher (*voyez Planche X*). Nous en donnerons l'uſage après avoir expliqué leur conſtruction.



I.

Construction de l'Echelle Angloise.

893. L'Echelle Angloise est ordinairement un assemblage de rois échelles tracées sur une regle de buis l'une au-dessus de l'autre ; on les fait exactement de même longueur, & on les rend paralleles. La premiere exprime par ses divisions les logarithmes des nombres absolus ; c'est sur cette échelle qu'on prend le nombre des lieues de distance ou des milles de la marche du Navire, & toutes les autres mesures dont on se sert pour déterminer la longueur des côtés des triangles-rectilignes. Au-dessous de cette échelle on en met une autre qui est formée des logarithmes de sinus, de degrés en degrés jusqu'à 90 ; & plus bas on met la troisieme échelle, qui contient les logarithmes des tangentes jusqu'à 45 degrés. On ne prolonge pas celle-ci plus loin, afin qu'elle soit de même longueur que celle des Sinus ; & quant à la premiere ou celle des nombres absolus, on se contente de la marquer jusqu'à 100.

894. Pour construire ces échelles, on tire d'abord à part une ligne droite, précisément de la longueur qu'on veut donner aux échelles, & on la divise en 20 parties égales, qu'on fait valoir chacune 100. On sait assez qu'il n'est pas nécessaire pour cela de partager chacune de ces 20 parties en 100, il suffit d'en diviser une ; & même au lieu de la diviser réellement, on se contente de la partager en 10 parties égales, & une de ces parties en 10. Cette premiere ligne ne sert qu'à la construction des trois échelles. On la fera sur une feuille de carton, ou sur une table ; on numérotera ses 20 parties, en écrivant à la fin de chacune, 100, 200, 300, &c, jusqu'à 2000.

895. On s'arrête à cette division de 2000 parties, parce que le logarithme de 100 s'y réduit aisément. Le logarithme de ce nombre est 2.000000. On sait que la caractéristique est considérée comme si elle n'étoit pas séparée par un point. D'un autre côté on peut diminuer tous les logarithmes ; & pourvu qu'on les diminue tous dans le même rapport, ils conserveront toujours leur même propriété. Nous retrancherons donc les trois derniers chiffres des logarithmes des nombres que nous fournit la derniere Table qui est à la fin de cet Ouvrage, & nous pourrons ensuite prendre leur longueur avec un Compas jusqu'à 100, sur notre ligne droite divisée en 2000 parties. Le logarithme de l'unité est zéro, c'est pourquoi nous marquerons l'unité au commencement de l'échelle des logarithmes des nombres. Le logarithme de 2 est 0.301030, qui se réduit à 301 en supprimant les trois derniers chiffres. Ainsi il faudra prendre 301 avec un Compas sur la ligne des parties égales, & portant cet intervalle sur l'échelle des logarithmes depuis le commencement, on aura le point de 2. On trouvera le point de 3, en prenant 477 parties ; on marquera 4 en

prenant 602 parties, & ainſi de ſuite juſqu'à 100 dont le logarithme eſt de 2000, par le retranchement des trois derniers chiffres.

896. Le point de 10 tombera au milieu de la longueur de l'échelle : car ſon logarithme eſt 1.000000, qui ſe réduit à 1000, lorſqu'on ſupprime le point & qu'on efface les trois derniers zéro. On abrégera une partie du travail pour les autres nombres, ſi on fait attention à la propriété qu'ont les logarithmes d'avoir entre eux les mêmes différences, lorſqu'ils ſont les logarithmes de nombres qui ont entre eux les mêmes rapports. Ainſi lorſqu'on a marqué 9 & 10, on n'aura qu'à prendre l'intervalle entre les deux points, & on aura celui qu'on doit mettre entre 90 & 100. On peut par la même raiſon prendre les intervalles entre 1 & 2, entre 2 & 3, &c, & on aura les intervalles qu'on doit mettre entre 10 & 20, entre 20 & 30, &c.

897. On peut encore ſe ſervir d'une autre propriété des logarithmes pour achever plus promptement l'échelle des nombres abſolus. Lorſqu'un nombre eſt le produit de deux autres, il n'y a qu'à prendre ſur l'échelle avec un Compas les logarithmes d'un de ces derniers nombres, & ſi on l'ajoute au logarithme de l'autre, ou ſi on le met à l'extrémité, on aura le point où on doit marquer le produit. Si on prend, par exemple, la diſtance depuis le commencement de l'échelle juſqu'à 8, & qu'on joigne cet intervalle à celui qui exprime le logarithme de 9, il viendra le point où il faut marquer 72.

898. La conſtruction des deux autres échelles ne ſera gueres plus difficile ; elle ſera ſeulement un peu plus longue, parce qu'on ne peut pas ſe ſervir des abrégés dont nous venons de faire mention. On cherchera dans les Tables les logarithmes de ſinus ou de tangentes ; mais pour réduire celui du ſinus total, ou celui de la tangente de 45 degrés, aux 2000 parties qu'ils doivent avoir, il ne ſuffira pas de retrancher les trois derniers chiffres à droite, il faudra encore ſouſtraire le nombre 8 de la caractériſtique. Ainſi pour marquer, par exemple, 15 degrés ſur l'échelle des logarithmes de ſinus, on cherchera dans les Tables ſon logarithme de ſinus, qui eſt 9.412996, & qui ſe réduira à 1413, en y faiſant les changements que nous indiquons. C'eſt pourquoi il faudra prendre 1413 ſur la ligne diviſée en 2000 parties égales, & tranſportant l'intervalle ſur l'échelle deſtinée à marquer les logarithmes de ſinus, on aura le point de 15 degrés.

899. Si on veut pareillement marquer ſur la troiſieme échelle, ou ſur l'échelle des tangentes, le point de 35 degrés, on ſupprimera les trois derniers chiffres du logarithme de la tangente 9.845227, & on ſouſtraira 8 de ſa caractériſtique. Il viendra 1845 parties, qu'il faudra prendre avec un compas ſur la ligne diviſée en parties égales, & portant cet intervalle ſur l'échelle des logarithmes de tangentes, on aura le point de 35 degrés. La diminution qu'on fait à la caractériſtique des logarithmes de ſinus & de tangentes, eſt équivalente à une diviſion (65) ; mais le changement étant abſolument le même ſur toutes ces quantités, c'eſt comme ſi on réduiſoit les ſinus & les tangentes à de moindres nombres.

II.

Usage de l'Echelle Angloise pour résoudre les Problêmes de Navigation.

900. Lorsqu'on se sert des logarithmes pour faire une regle de proportion, on met précisément la même différence entre les logarithmes des deux derniers termes, qu'entre les logarithmes des deux premiers. Il faut faire la même chose lorsqu'on travaille sur l'échelle Angloise, & l'opération est extrêmement aisée. On ouvre un Compas commun depuis le premier terme jusqu'au second, on le porte ensuite sur le troisieme terme, & l'autre pointe du Compas marque le quatrieme terme. Il faut seulement avoir soin, dans l'usage de l'échelle des tangentes, que les tangentes dont on se sert, appartiennent à des angles moindres que 45 degrés.

Solution du premier Problême.

901. Nous prendrons pour exemple la premiere regle composée dont il a été question ci-devant au N° 810. On disposera les articles comme si l'on travailloit par le Quartier de réduction. La troisieme route est de 80 lieues à l'E ¼ S E. Ce rumb de vent, qui est corrigé de la variation, vaut 78° 45', & son complément est de 11° 15'. Je mets en même temps une des pointes du compas sur le sinus total, ou sur 90 deg. pris sur l'échelle des logarithmes de sinus, & l'autre pointe sur 80 lieues comptées sur l'échelle des nombres qui est au-dessus. Le compas se trouvera avoir une situation oblique dans cette premiere partie de l'opération; mais il n'en résultera aucun inconvénient, parce que l'obliquité sera la même dans le reste. Sans changer l'ouverture du compas, je porte sa premiere pointe sur les 78° 45' de l'angle du rumb de vent, & l'autre pointe me marque sur les nombres 78 ½ lieues Est; je transporte ensuite le compas sur les 11° 15' du complément du rumb de vent, & je trouve sur les nombres 15 ¾ lieues Sud. Il faut remarquer qu'on mettra moins de temps à faire cette opération, que nous n'en employons à l'expliquer. Elle est fondée sur ces deux analogies: *Le sinus total est aux lieues de distance, comme le sinus du rumb de vent est aux lieues Est & Ouest, & comme le cosinus du rumb de vent est aux lieues de différence en latitude* (837 & 838).

902. La seconde route est de 230 lieues à l'O N O, qui vaut 67° 30', & dont le complément est de 22° 30'. L'échelle des nombres ne paroît aller que jusqu'à 100; mais ces 100, on peut les faire valoir 1000, & même 10000; en leur ajoutant par la pensée un ou deux zéro, & il suffira de faire la même chose à tous les autres nombres. Ainsi nous prendrons sur la premiere des trois échelles 20 pour 200,

& 30 pour 300; & par conféquent le point qui marque ordinaire-ment 23, fera celui dont nous nous fervirons, il marquera 230. Cel fuppofé, j'ouvre le compas depuis 90 deg. jufqu'au point de 230 lieue & je tranfporte fucceffivement le compas fur le complément du rum de vent 22° 30′, & fur le rumb de vent 67° 30′. Je trouve fur l'échell des nombres 88 ½ lieues & 212; les 88 ½ lieues font pour la différenc en latitude, & les 212 font les lieues à l'Oueft.

903. On fera la même chofe pour les autres routes; une feul ouverture de compas fuffira toujours pour chacune. On cherchera en fuite le réfultat des lieues Nord ou Sud, & des lieues Eft ou Oueft Pour réduire les lieues Eft & Oueft en degrés de longitude; on fer cette analogie : *Le finus complément du moyen parallele eft aux lieue Eft & Oueft, comme le finus total eft au tiers du nombre des minute de la différence en longitude.* Le moyen parallele eft ici de 48° 53′, for complément eft de 42° 7′, & les lieues Oueft font de 78. On prendr donc avec un compas l'intervalle entre 42° 7′ fur les finus, & 78 lieue fur les nombres; & tranfportant cette ouverture de compas depuis l finus total, on aura 119 pour le tiers du nombre des minutes en lon-gitude, ces minutes font donc 357, qui valent 5° 57′.

904. *Exemple du fecond Problême.* On eft parti de 50° 30′ de la-titude Nord, & de 1 deg. de longitude. On a couru au S E 3° E jufques par 49° 10′ de latitude auffi Nord. On demande les lieues de diftance & la longitude d'arrivée ?

905. Il faut faire ces deux proportions: *Le finus du complément du rumb de vent eft aux lieues de différence en latitude, comme le finus total eft aux lieues de diftance, & comme le finus du rumb de vent eft aux lieues Eft & Oueft.* Ainfi nous n'avons qu'à mettre une des pointes du compas fur le complément 42 degrés du rumb de vent, & l'autre fur les lieues de différence en latitude, qui font de 26 ⅔. Tranfpor-tant enfuite le compas fur le finus total, on aura fur les nombres les lieues de diftance 40; & fi on tranfporte la même ouverture de com-pas fur le rumb de vent 48 degrés, on aura les lieues Eft 29 ¾.

906. On fera, comme ci-deffus, la réduction des lieues Eft en degrés de longitude. On ouvrira le compas depuis 40° 10′ complé-ment du moyen parallele, jufqu'à 29 ¾ lieues Eft; & le portant fur le finus total, on aura fur les nombres 46 ⅓, dont le triple 159 eft le nombre des minutes de la différence de longitude.

907. *Exemple du troifieme Problême.* On eft parti de 50° 30′ de latitude Nord, & de 35° 10′ de longitude. On a couru 45 lieues entre le Sud & l'Eft, & on s'eft trouvé par 49° 0′ de latitude auffi Nord. On demande le rumb de vent qu'on a fuivi, & la longitude d'arrivée?

La différence en latitude eft de 1° 30′ ou de 30 lieues: je prends avec un compas l'intervalle entre 45 lieues de diftance & le finus total, & portant enfuite la pointe gauche fur les 30 lieues de diffé-rence en latitude, la pointe droite me donnera 42 degrés pour le complément du rumb de vent. Je porte tout de fuite le compas fur l'angle du rumb de vent 48, & je trouve les lieues Eft 33 ½, qu'il

.udra réduire en différence de longitude de la maniere dont nous
avons déja expliqué.

Remarques ſur l'uſage des Echelles des Logarithmes.

908. Quoique les pratiques précédentes ſoient très-courtes, on
's abrégera encore un peu par la forme qu'on peut donner aux échel-
s. On les met quelquefois ſur des regles dont on peut ſe ſervir ſans
ompas. On trace l'échelle des nombres ſur une regle, qu'on fait
iſſer dans une couliſſe entre deux autres regles, ſur leſquelles ſont
avées les échelles des logarithmes de ſinus & des logarithmes de
ngentes. On retire enſuite ſimplement ou on avance la regle des
ombres, qui eſt celle du milieu, en faiſant répondre les lieues de
ſtance au ſinus total, & on trouve les lieues Eſt & Oueſt vis-à-vis
 l'angle du rumb de vent pris ſur les ſinus, pendant que les lieues
 différence en latitude ſe trouvent vis-à-vis du complément du
umb de vent.

909. L'échelle Angloiſe, de quelque maniere qu'on la diſpoſe,
t ſujette à un défaut conſidérable. Les lieues de diſtance, les lieues
ſt & Oueſt, & les lieues de différence en latitude ſe trouvent éten-
ues ſur la même ligne droite; elles ſont comme confondues en-
mble; ce qui rend plus fréquentes ou plus poſſibles les mépriſes,
ans une matiere où elles ne ſont pas tolérables. Dans le Quartier
 réduction, chaque quantité ſe trouve à ſa juſte place, & toutes
s opérations parlent, pour ainſi dire, aux yeux. Il faut encore
ompter pour beaucoup, que ſi le Quartier eſt groſſiérement fait, on
en apperçoit tout d'un coup & preſque ſans examen.

910. Un autre inconvénient des échelles Angloiſes, qui lui eſt
ommun avec le Quartier de réduction, c'eſt que quand le nombre
 lieues eſt un peu plus grand, leurs petites parties ſont trop inſen-
bles, & par conſéquent il eſt aiſé de ſe tromper dans l'eſtime qu'on
n fait dans le cours des opérations néceſſaires pour la réduction des
outes. Le calcul trigonométrique eſt le ſeul moyen également ſuſ-
eptible de préciſion dans tous les cas.





CINQUIEME SECTION.

Du changement que doit apporter dans toute les Regles ou Méthodes précédentes le défaut de rondeur de la Terre.

911. NOUS avons toujours ſuppoſé juſques ici que la Terre étoi exactement ronde; mais toutes les regles précédentes doivent recevoi quelques légeres modifications, lorſqu'on a égard au défaut de ſphé ricité de la Terre. Nous avons conſidéré tous les degrés de latitud comme exactement égaux, nous les avons faits de 20 lieues marines & nous avons confondu les tiers de lieue, ou les milles, avec le minutes de degré de grand cercle. Il eſt néanmoins évident qu'il fau diſtinguer entre les tiers de lieue & les minutes, ſi les degrés du Mé ridien ſont inégaux. Il ſeroit inutile de changer la grandeur de la lieu ſelon les différentes latitudes; la différence entre la longueur des de grés ſeroit dans le fond toujours la même: d'ailleurs la variété de lieues ne pourroit que cauſer des équivoques. Cela ſuppoſé, on n peut, dans la rigueur, évaluer les degrés de latitude ſur le pied d 20 lieues; & les méthodes de trouver la différence en longitude pa la réduction de la route, ſont auſſi toutes ſujettes à quelque lég défaut.

912. Les Méridiens terreſtres, au lieu d'être exactement des ce cles, ſont des eſpeces d'ovales dont le diametre, qui eſt dans le ſe
Fig. 65. de l'Equateur, eſt plus grand que l'axe. La *Figure 65* nous repréſen un de ces Méridiens; mais dans lequel nous avons exagéré le défau de rondeur, afin de le rendre ſenſible. *N* & *S* ſont les deux Poles, NS eſt l'axe, autour duquel il faut ſuppoſer que la ligne courbe fa une révolution pour former le ſolide de la Terre. *E Q* eſt le diamet de l'Equateur, & il eſt plus long que l'axe d'environ une 178me pa tie. Le Méridien n'étant pas un cercle, il a comme différents centre & ſes rayons ſont auſſi plus ou moins grands, ſelon que ſa courbu en chaque endroit eſt plus ou moins ſubite. En *E*, où la courbu eſt la plus grande, la partie du Méridien, qui eſt aux environs de point, a ſon centre en *D*: c'eſt vers ce centre que tendent les fils plomb, lorſqu'on eſt aux environs de l'Equateur. On peut juger de longueur du rayon *ED* par la longueur du premier degré de latitud & on connoît cette derniere longueur par les obſervations faites Pérou. Si l'on s'éloigne de l'Equateur, ſi l'on parvient en *B*, le cent de la courbure qu'a le Méridien en cet endroit, ſera en *F*; le rayo ſera alors *BF*; les degrés du Méridien ſeront égaux à ceux d'u

›rtion de cercle dont le rayon feroit de même longueur. Qu'on ›ance jufqu'au Pole en *N*, le centre fera en *G*, & les degrés du léridien doivent fe trouver plus grands que par-tout ailleurs.

913. Heureufement qu'on s'eft affuré que toutes ces différences e font pas fort grandes, & on en peut fauver une partie en réglant la eue marine, comme nous l'avons fait (127), fur la grandeur ıoyenne des degrés, ou au moins fur celle qu'ils ont dans les parties e la Terre qu'on peut parcourir : il eft évident qu'on réduit de cette ›rte à la moitié l'inégalité qu'on néglige. Les Lecteurs en jugeront ıieux en jettant les yeux fur la Table fuivante.

'ABLE des milles de diftance de chaque parallele terreftre à l'Equateur, & de la correction dont il faut diminuer les latitudes croiffantes dans les Cartes réduites.

Latitude.	Milles de dift. à l'Equateur.	Correct.	Latitude.	Milles de dift. à l'Equateur.	Correct.	Latitude.	Milles de dift. à l'Equateur.	Correct.	Latitude.	Milles de dift. à l'Equateur.	Correct.
0	0	0	18	1075,3	10	36	2151,3	21	54	3231,6	33
1	59,8	1	19	1135,1	11	37	2211,1	22	55	3291,7	34
2	119,5	1	20	1194,8	11	38	2270,9	22	56	3351,9	34
3	179,3	2	21	1254,5	12	39	2330,8	23	57	3412,2	35
4	239,0	2	22	1314,3	13	40	2390,9	24	58	3472,4	36
5	298,7	3	23	1374,1	13	41	2450,8	24	59	3532,7	36
6	358,4	3	24	1433,8	14	42	2510,7	25	60	3592,9	37
7	418,2	4	25	1493,6	14	43	2570,6	25	61	3653,2	37
8	477,9	5	26	1553,4	15	44	2630,6	26	62	3713,6	38
9	537,7	5	27	1613,2	16	45	2690,7	27	63	3773,9	38
10	597,3	6	28	1673,0	16	46	2750,7	28	64	3834,3	39
11	657,1	6	29	1732,6	17	47	2810,7	28	65	3894,7	39
12	716,8	7	30	1792,4	17	48	2870,7	29	66	3955,1	40
13	776,6	7	31	1852,1	18	49	2930,8	30	67	4015,5	40
14	836,3	8	32	1912,0	19	50	2991,0	30	68	4076,0	41
15	896,0	8	33	1971,8	19	51	3051,1	31	69	4136,5	41
16	955,8	9	34	2031,6	20	52	3111,3	32	70	4197,0	41
17	1015,6	10	35	2091,5	20	53	3171,4	32	71	4257,5	42

914. Les corrections qu'il faut faire aux latitudes croiffantes, à caufe de la figure non-fphérique de la Terre, font fouftractives, parce que toutes les pratiques précédentes pour la réduction des lieues de longitude, pechent en excès. Il eft facile d'en voir la raifon en jettant es yeux fur la *Figure 65*. Suppofé qu'on navigue aux environs du point *B*, le rayon de l'arc de cercle qui imite la courbe du Méridien en cet endroit, eft *BF*, & lorfqu'on compare le finus total au nombre des minutes de différence de longitude, & les lieues Eft & Oueft au finus complément de la latitude, on fait la réduction com-

me ſi le parallele à l'Equateur n'avoit que *B K* pour rayon. Mais le rayon du parallele eſt réellement plus grand ; le centre de ce parallele eſt en *I*. Ainſi ce cercle a ſes degrés plus grands qu'on ne les ſuppoſe ; & puiſqu'on les fait trop petits, il eſt clair que dans l'évaluation des lieues en degrés on ſe trompe en excès; on ſe trompe dans le même rapport que *B I* eſt plus grand que *B K*. C'eſt en examinant cette différence que j'ai dreſſé la petite Table du N° 830 ; & c'eſt ſur le même principe qu'ont été calculées les corrections qu'il faut appliquer aux latitudes croiſſantes ou aux changements en longitude pour le N E. On trouvera tout ceci expliqué dans le Livre de la Figure de la Terre, & je vais l'éclaircir ici davantage par rapport à la pratique.

915. *Exemple du premier Problême.* On eſt parti de 14° 40′ de latitude Nord, & de 318 deg. de longitude, & on a couru 1000 lieues au N E $\frac{1}{4}$ E : on demande le point d'arrivée. Nous trouvons, par la réſolution du triangle loxodromique, 1666.7 milles au Nord. Il n'y a point d'erreur dans cette détermination ; on a avancé réellement de cette quantité vers le Nord : mais l'inégalité entre les degrés du Méridien eſt cauſe que ces 1666.7 milles ne valent pas préciſément 1666.7 minutes, ou 27° 47′. Ainſi il y a un petit circuit à prendre pour trouver la latitude d'arrivée. Je trouve, en prenant des parties proportionnelles dans la Table précédente, que les 14° 40′ de la latitude du départ valent 876.1 milles ou tiers de lieue : j'y ajoute les 1666.7 milles avancés au Nord, & il me vient 2542.8 milles pour la diſtance du point d'arrivée à l'Equateur, laquelle répond dans la Table à 42° 32′, & c'eſt la latitude d'arrivée ; au lieu de 42° 27′ que nous trouvions en ſuppoſant la Terre exactement ſphérique.

916. Il nous reſte après cela à trouver la différence en longitude. La Table des latitudes croiſſantes nous donne 1935 minutes pour la quantité dont on auroit changé en longitude ſi on avoit couru au N E : car on trouve dans cette Table 890 vis-à-vis de 14° 40′, & 2825 vis-à-vis de 42° 32′; mais cette Table a beſoin d'une petite correction. Nous devons ôter 8 minutes des 890 parties, & 25 ou 26 minutes des 2825 ; c'eſt ce qu'on trouve dans la derniere colonne de la Table précédente vis-à-vis de 14$\frac{2}{3}$ deg. & vis-à-vis de 42$\frac{1}{2}$ deg. On aura donc 1917$\frac{1}{2}$ parties croiſſantes de différence en latitude, & il n'y aura plus qu'à faire cette analogie : *Comme le rayon eſt aux 1917$\frac{1}{2}$ parties, ou à la différence en longitude pour le N E, ainſi la tangente de l'angle du rumb de vent, eſt à 2870 minutes pour la différence en longitude actuelle.* La différence en longitude eſt donc de 47° 50′, & on eſt arrivé par 5° 50′, ce qui nous apprend que la détermination de la longitude par la méthode ancienne péche, eu égard à tout, de 16 minutes en excès.

ADDITION contenant quelques connoiſſances & quelques pratiques utiles aux Pilotes.

I.

Sur la vraie direction ſelon laquelle le vent ſouffle.

LORSQU'UN Navire fait route, la direction apparente du vent, arquée par les girouettes, pennons, flammes, &c, s'écarte d'autant us de la véritable direction dans laquelle il ſouffle réellement, que Vaiſſeau va plus vîte, & qu'il ſuit une route plus perpendiculaire la direction apparente du vent.

Car ſoit un Vaiſſeau placé en *A* (*Fig.* 67.), que *B A D* ſoit la aie direction du vent, *AC* celle de la route du Vaiſſeau; ſi l'on ppoſe un corps un peu volumineux & fort léger comme une boule duvet, placé auſſi en *A* au même inſtant que le Vaiſſeau, il ſera nporté dans la vraie direction du vent avec une vîteſſe égale à lle du vent, & il eſt clair qu'un Spectateur emporté le long de *A C*, porté à croire que la route qu'il voit ſuivre au duvet dans l'air eſt ns la direction du vent, & qu'ainſi en relevant ce duvet à la Bouſle, il auroit la vraie direction ſelon laquelle le vent ſouffle. Il eſt ſſi porté à croire que s'il lâchoit au vent un pareil duvet, il s'échaproit dans une direction exactement parallele à celle des pennons, rouettes, &c. Or il eſt aiſé de démontrer que ce Spectateur ſe mperoit; car ſi on ſuppoſe que le Navire parvienne uniformément *A* en *C* en ſix inſtants égaux, & qu'à chacun ſon œil ſoit aux points arqués *c*, *c*, *c*, &c, le duvet parviendra de *A* en *D* en autant d'inſtnts en ſe trouvant aux points marqués *d*, *d*, *d*, &c. Le Spectateur i, ſans les roulis & les tangages, ne s'appercevroit pas du mouveent du Vaiſſeau, à plus forte raiſon ne doit pas s'appercevoir que le yon viſuel *c d*, par lequel il regarde le duvet, change de place à aque inſtant ſans paroître changer de direction, puiſque toutes ces gnes *c d* ſont paralleles entre elles à cauſe de l'uniformité des mouments du Vaiſſeau & du duvet; donc il croit voir toujours le duvet bout du même rayon viſuel, & que par conſéquent la direction de rayon eſt celle du vent même. Ainſi lorſque le Vaiſſeau eſt en *C*, ſemble que le vent ſouffle ſelon *CD*, & c'eſt dans cette direction l'on voit les girouettes, pennons, &c. Si donc par *C* on tire *CE* rallele à *A D*, l'angle *D C E* exprimera la différence entre le vrai mb de vent *C E* & le rumb apparent *C D*. Or cet angle *E C D*, ou n égal *CD A*, eſt d'autant plus grand, 1°, que *A C* eſt plus grand

par rapport à *AD* : 2°, que *AC* & *AD* reſtant de même longueur *AC* devient plus perpendiculaire à *D C*. Mais *AC* ne peut ſe dirige de façon à approcher d'être perpendiculaire à *DC* qu'en s'inclinan vers *D*, donc la différence entre le vrai rumb & le rumb apparent e d'autant plus grande, que le Vaiſſeau a plus de vîteſſe & que ſa rout paroît plus approchante de la perpendiculaire à la direction du vent Cette différence peut aller juſques à deux quarts de rumb, ou à 22 degrés dans les meilleurs voiliers.

Par cette illuſion, le Vaiſſeau ſemble toujours gagner vers l'origin du vent plus qu'il ne le fait réellement. Ainſi par rapport au Vaiſſea en *C*, l'origine du vent eſt réellement vers *H*; elle paroît être vers Si on tire *CK* perpendiculaire à la route *CG* du Vaiſſeau, il ſemble dans cet exemple, que l'on s'avance vers l'origine du vent ſelo l'angle *KCF*, tandis qu'on s'en écarte véritablement ſelon l'ang *KCH*.

Par une ſuite de la même illuſion, auſſi-tôt qu'un Navire qui a ve largue, ou qui va au plus près, a viré de bord, il ſemble que le ve a changé conſidérablement de direction, parce que la différence ent le vrai rumb & le rumb apparent ſe fait dans un ſens contraire à cel d'auparavant.

Delà il ſuit que ſur Mer on ne connoît directement le vrai rum de vent que quand on va vent arriere.

Pour connoître la vraie direction du vent, on n'a gueres d'autr moyens pratiquables que ceux-ci : 1°, Lorſqu'on vire de bord, on r marque où eſt le Cap au moment où l'on a préciſément vent arrie ou vent debout : 2°, Si on a oublié de faire cette remarque en vira de bord, on prendra un milieu entre les deux rumbs marqués par l girouettes avant & après avoir viré de bord : 3°, Lorſqu'on remarq dans le Ciel des nuages qui font de longues bandes qui tendent à réunir en un même point de l'Horizon, ce point eſt exactement l'origine du vent, ou ſon terme, s'il n'y a pas deux vents différents

On pourroit donner d'autres moyens à l'aide des machines propre meſurer la vîteſſe abſolue du vent; car dans le triangle *DAC*, où l'a gle *ACD* eſt égal à celui des girouettes avec la route du Vaiſſeau, nombre des pieds du côté *AC* peut être connu dans un temps donn comme d'une demi-minute, par le moyen du loch; ſi on pouvoit m ſurer *AD*, ou le nombre de pieds parcourus réellement par une pa ticule de vent dans le temps d'une demi-minute, il ſeroit facile calculer l'angle *ADC*, & de s'en ſervir pour corriger le rumb appa rent, & le réduire au vrai.

II.

Sur la route des Navires vus de loin.

PROBLEME. *Un Navire ayant été découvert, & relevé trois fois la Bouſſole en des intervalles de temps marqués à une montre, trouv de combien il étoit plus proche à l'un des relevements qu'à l'autre,*

elle heure il sera le plus près, & de combien alors il le sera plus 'à l'un des trois relevements ; le tout en supposant que les deux Na-res ne changent ni de route, ni de vîtesse.

Par exemple, on a relevé le Navire à $6^h\ 12'$ dans le NNO 4° N, $7^h\ 20'$ au N ¼ N O 8° N, & à $8^h\ 16'$ au N ¼ N E 3° E de la Boussole.

Tirez deux perpendiculaires indéfinies *OB*, *CS* (*Fig.* 63.) pour arquer l'une la ligne Nord & Sud, l'autre la ligne Est & Ouest. De ur point de concours *A* tirez, selon les rumbs observés, les trois oites indéfinies *AE*, *AF*, *AD* qui représentent les trois releve-ents. Il n'est pas nécessaire d'avoir égard à la variation. Sur une helle de parties égales proportionnées à votre Figure, faite exprès, prise sur le Compas de proportion ou sur le Quartier de réduc-on, &c, prenez une ouverture de compas d'autant de parties égales 'il y a de minutes de temps dans l'intervalle du premier au second levement, (c'est 68 dans cet exemple.) D'un point *G* pris à vo-nté sur la droite *AF*, portez cette ouverture sur la ligne *AE* du emier relevement, ensorte qu'elle y aboutisse quelque part en deux droits comme en *H* ou en *I*. Par un de ces deux points à volonté mme *H*, (le plus commode est ordinairement celui qui est le plus in du point *A*,) & par le point *G* faites passer la droite indéfinie *K*. Prenez sur la même échelle une ouverture de compas égale au mbre des minutes de l'intervalle de temps entre le second & le troi-ème relevement, (c'est ici 56,) & portez-la de *G* vers *K* à l'oppo-e de *H*. Par le point *K* faites passer une droite indéfinie *KL* paral-le à *AF*, elle rencontrera la droite *AD* en quelque point *L*. Enfin r *H* & par *L* faites passer la droite *HN* indéfinie, elle représentera direction de la route apparente du Navire qu'on aura découvert, est-à-dire, la direction de la route qu'on lui voit faire en s'imaginant 'on est en repos, de sorte que si à $6^h\ 12'$ on l'a cru voir en *H*, à $20'$ on l'aura cru en *M*, & à $8^h\ 16'$ en *L*. Car la ligne *HL* est tel-ment située entre les droites *AE*, *AF*, *AD* que ses parties *HM*, *L* sont dans le rapport des intervalles des temps, & par conséquent ns celui des espaces parcourus en apparence par le Navire qu'on re-rde, puisque *LK* parallele à *AF* rend semblables les triangles *HCM*, *KL*, & qu'ainsi les lignes *HM*, *ML* sont dans le même rapport e les lignes *HG*, *GK* qui sont dans le rapport des temps.

Cela posé, les droites *AH*, *AM*, *AL* sont dans le rapport des stances du Navire au moment de chaque relevement, de sorte que *AL* est les deux tiers de *AH*, à $8^h\ 16'$ le Navire étoit approché un tiers de la distance à laquelle il étoit à $6^h\ 12'$, &c. De cette sorte n n'a pas les distances absolues, mais seulement leur rapport.

Si du point *A* vous abaissez sur *HL* la perpendiculaire *AN*, sa lon-ueur exprimera la plus courte distance à laquelle la route du Navire écouvert l'approche de votre Navire. Et si vous divisez la droite *HL* n parties égales de temps, telles que le point *H* réponde à $6^h\ 12'$, le oint *M* à $7^h\ 20'$ & le point *L* à $8^h\ 16'$, le point *N* désignera l'heure laquelle les deux Navires se trouveront le plus approchés : c'est ans cette figure à $8^h\ 50'$ environ.

Ce Problême ne peut ſervir à décider quelle eſt la direction de la vraie route du Navire découvert, ni ſa vraie diſtance. Il faut pour cela ou ſavoir la quantité abſolue du chemin qu'il fait, ou en avoir quatre relevements. Ce ſurcroît de conditions n'augmente pas beaucoup la difficulté de la ſolution; mais il en diminue prodigieuſement la ſûreté, à cauſe du peu d'exactitude dont les obſervations néceſſaires pour cela ſont ſuſceptibles en Mer. Ainſi quelque utile & quelque curieux que ſoit le problême de déterminer, ſans changer de route, la vraie direction & la vraie diſtance d'un Navire vu de loin, nous n'en dirons rien ici.

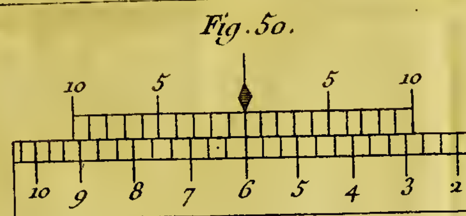
III.

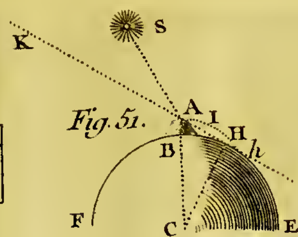
Pourquoi la Lune paroît ſouvent ſe lever pluſieurs jours de ſuite preſque à la même heure.

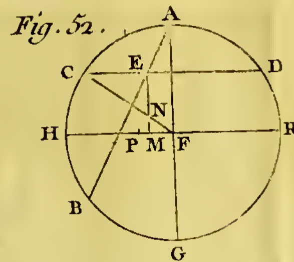
Un phénomene qui frappe les Marins, c'eſt de voir quelquefois la Lune ſe lever ou ſe coucher preſque à la même heure pendant pluſieurs jours de ſuite, tandis qu'elle devroit retarder chaque jour de 48 min. La cauſe de cette apparence vient principalement de ce que la déclinaiſon de la Lune varie de 5 à 6 degrés par jour lorſque cette Planete eſt dans le voiſinage de l'Equateur céleſte. Or le changement des Aſtres en déclinaiſon, ainſi que celui de la hauteur du Pole de l'Obſervateur, font accélérer ou retarder le lever & le coucher des Aſtres. On peut le voir en examinant la Table des différences aſcenſionnelles du Soleil. Par exemple, pour la hauteur polaire de 50 deg. à 6 deg. de déclinaiſon, le lever du Soleil eſt accéléré de 29′: il ſe fait à $5^h\ 31'$, au lieu qu'il arrive à $6^h\ 0'$ quand le Soleil n'a pas de déclinaiſon. Par un pareil changement en déclinaiſon, le lever ou le coucher de la Lune peuvent être accélérés ou retardés d'une demi-heure. Une demi-heure d'accélération détruit la plus grande partie du retard de 48′ qu'il devroit y avoir, & ſi l'on joint à cela l'accélération apparente qui peut être cauſée par une moindre vîteſſe dans les mouvements de la Lune près de ſon apogée, & celle qui peut être cauſée par 2 ou 3 degrés en latitude qu'un Vaiſſeau peut faire en 24 heures, il arrivera que le lever de la Lune ne paroîtra pas ſenſiblement retardé pendant pluſieurs jours de ſuite. Mais ce qui eſt accélération à l'égard du lever, eſt retard à l'égard du coucher; ainſi lorſque la Lune paroîtra ſe lever pluſieurs jours de ſuite à peu près à la même heure, ſon coucher paroîtra retardé de près du double, c'eſt-à-dire, d'environ une heure & demie: au contraire ſi ſon coucher paroît ſe faire à peu près à la même heure, ſon lever paroîtra retardé preſque du double.

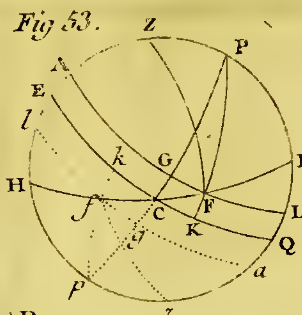
FIN.

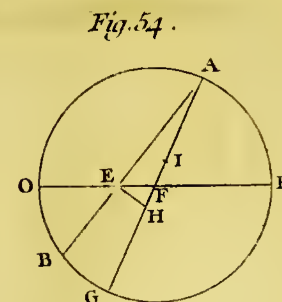
RECUEIL

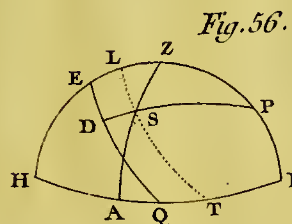

Fig. 50.

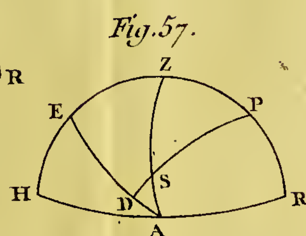

Fig. 51.

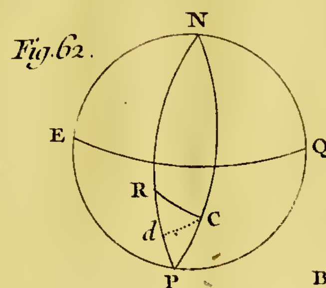

Fig. 52.

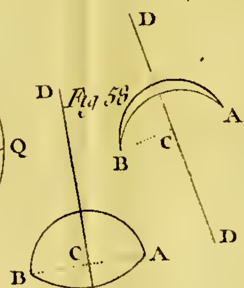

Fig 53.

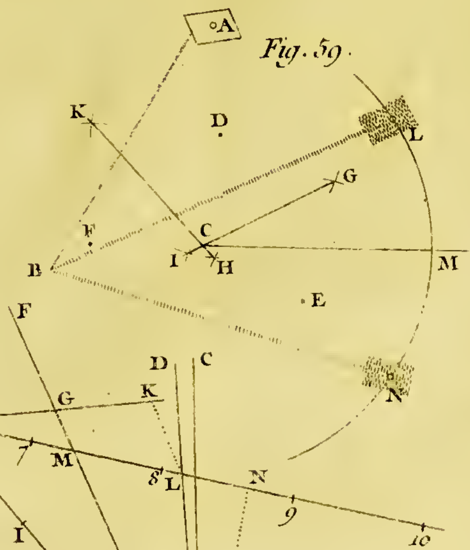

Fig. 54.

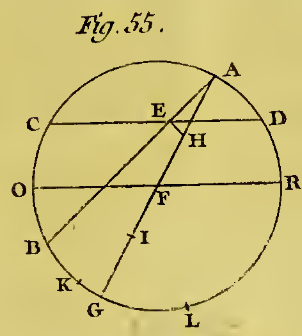

Fig. 56.

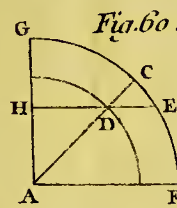

Fig. 57.

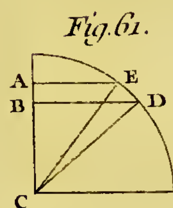

Fig. 62.

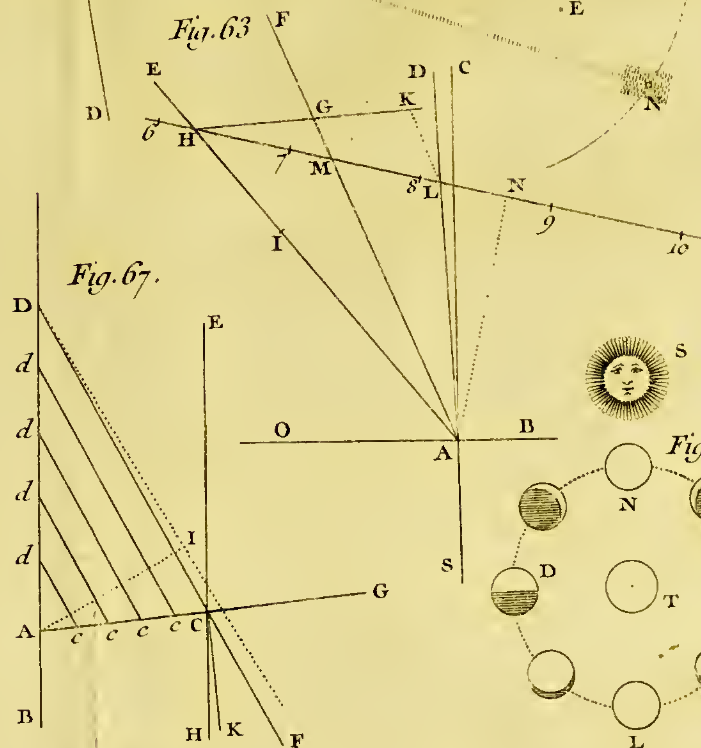

Fig 58.

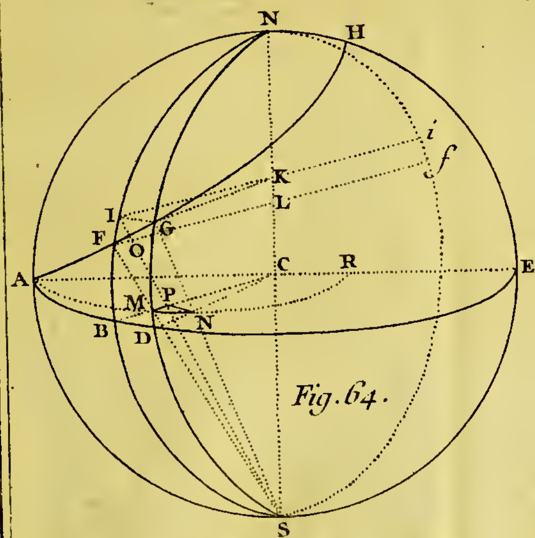

Fig. 59.

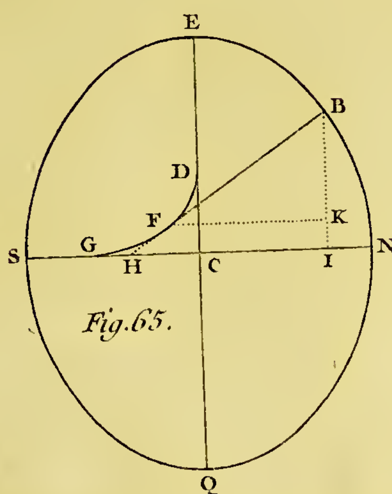

Fig. 55.

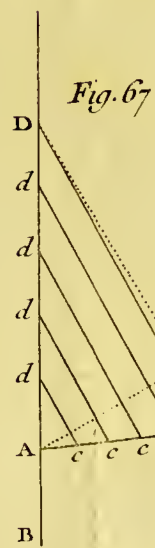

Fig. 60.

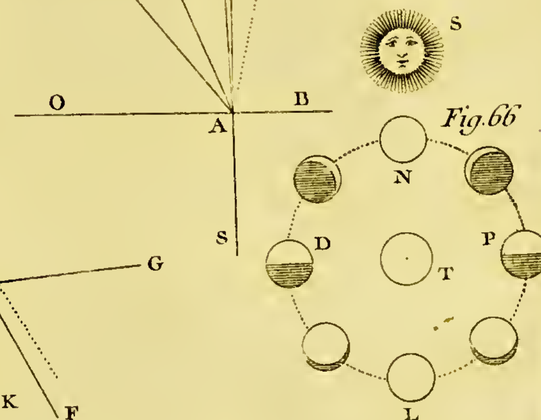

Fig. 61.

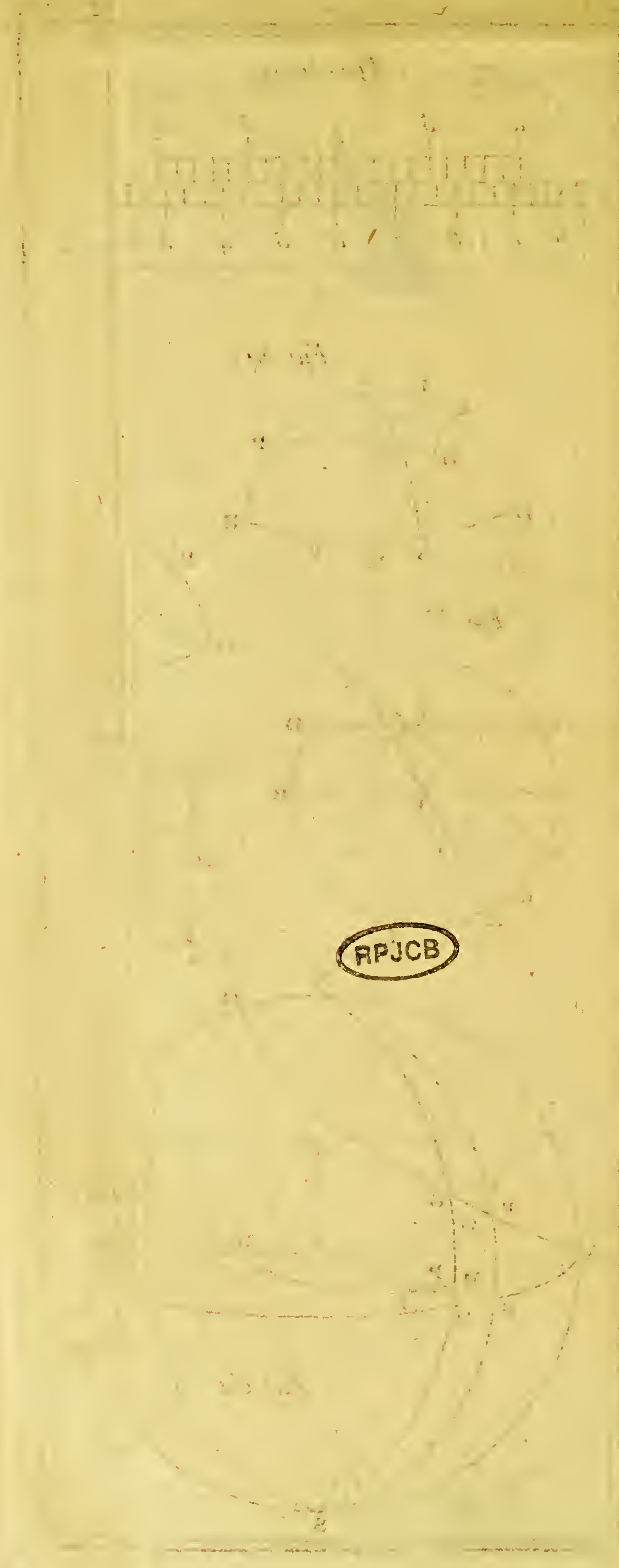

Fig. 63


Fig. 64.


Fig. 65.


Fig. 67.


Fig. 66


RPJCB

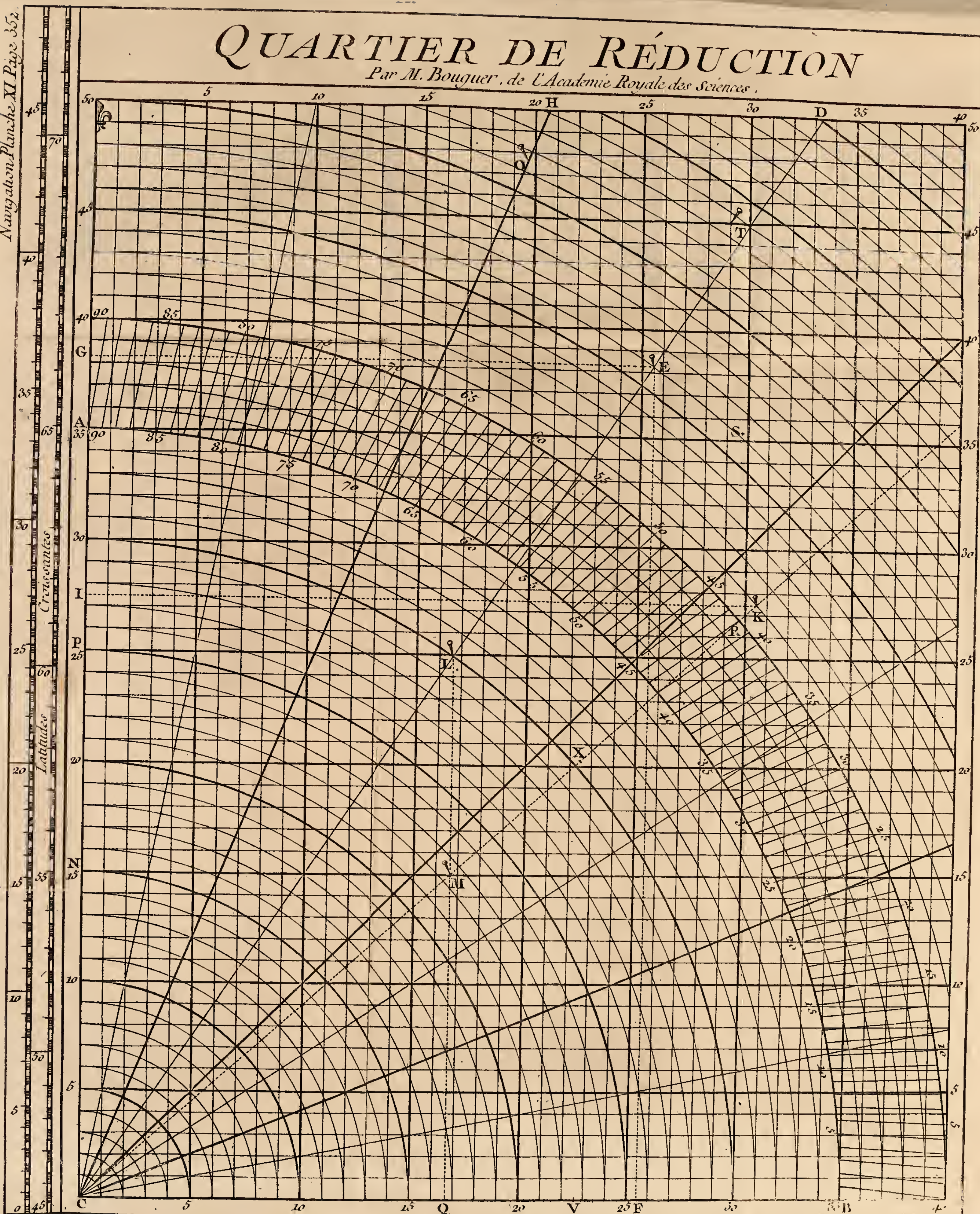


Echelles des Logarithmes

Nomb.

Sinus

Tang


Navigation Planche XI Page 352.
QUARTIER DE RÉDUCTION
Par M. Bouguer, de l'Academie Royale des Sciences.
Latitudes
Croissantes
A Paris chez H.L. Guerin et De la Tour.
Avec Privilege du Roy

RECUEIL
DES TABLES
DRESSÉES A L'USAGE
DE LA NAVIGATION.

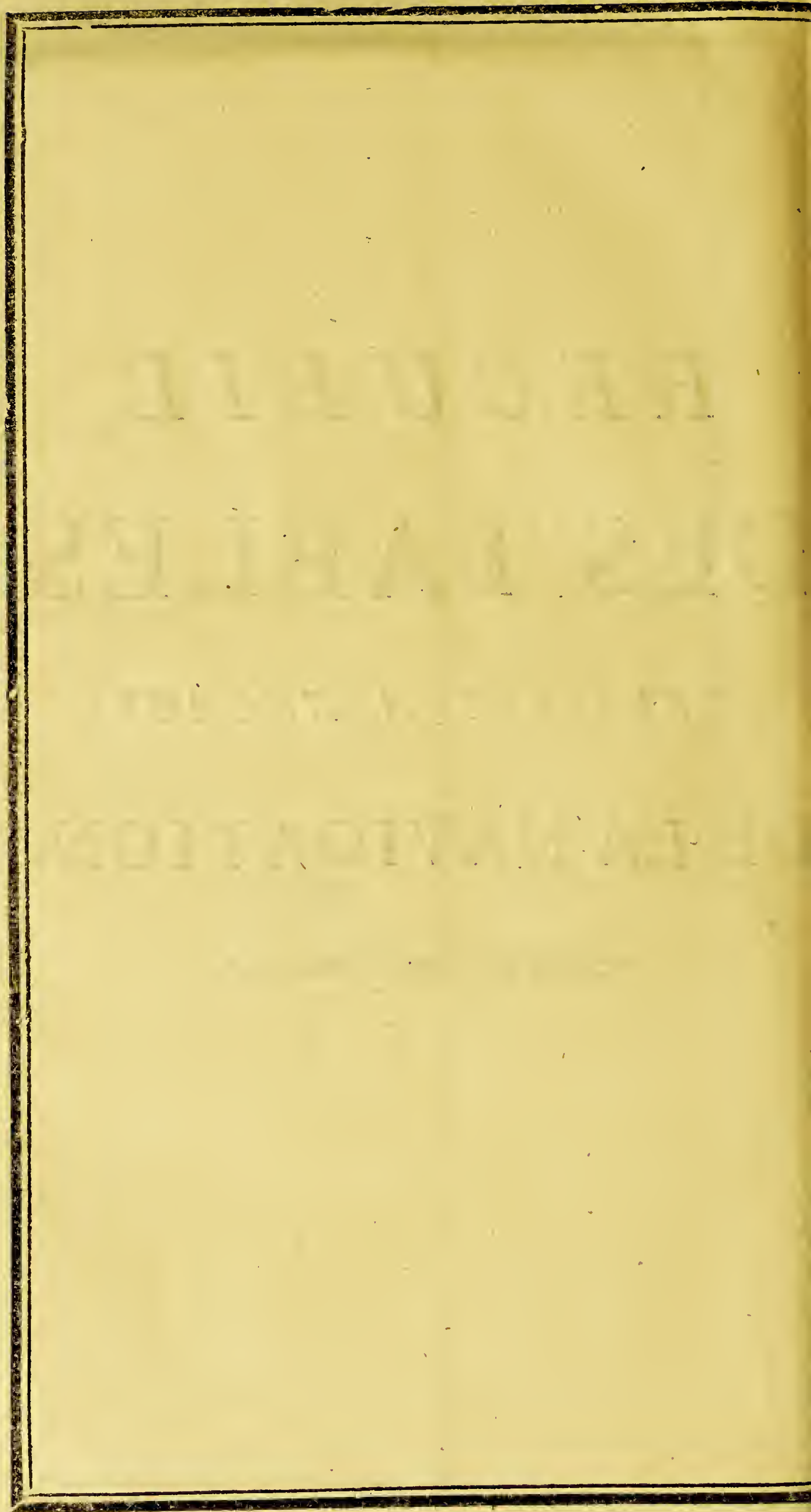


TABLE I.

Des Aſcenſions droites & des Déclinaiſons des Etoiles fixes de la premiere & ſeconde grandeur.

Pour le commencement de l'Année 1760;

Avec la quantité dont ces poſitions varient en 10 ans.

Les Lettres Grecques ſont les caracteres qui ſervent aux Aſtronomes à déſigner plus particuliérement chaque Etoile. Les Lettres N & S, marquent la Déclinaiſon Nord ou Sud. + déſigne une augmentation dans la déclinaiſon, – une diminution.

Noms des Etoiles.	Caractere.	Grandeur.	Aſcenſion droite en temps. H.	′	″	Augm. pour 10 ans. ′ ″	Déclinaiſon. D.	′	Varia. pour 10 ans ′
L'Aile ſuiv. de Pégaſe *Algenib*..	γ	2	0	0	55	30,8	13	50,9N	+3,3
La Tête du Phénix..............	α	2	0	14	22	30,1	43	36,4 S	– 3,3
La Poitrine de Caſſiopée.........	α	2	0	27	1	33,0	55	13,0N	+3,3
La Queue de la Baleine...........	β	2	0	31	32	30,1	19	18,5 S	– 3,3
La Ceinture de Caſſiopée.........	γ	2	0	42	24	34,9	59	24,6N	+3,3
L'Etoile Polaire.................	α	2	0	44	23	1 40,5	88	1,6N	+3,3
La Ceinture d'Andromede........	β	2	0	56	21	32,9	34	20,5N	+3,2
Le Genou de Caſſiopée...........	δ	2	1	10	18	37,1	58	58,6N	+3,2
La Source de l'Eridan *Achernar*..	α	1	1	28	46	22,6	58	27,8 S	– 3,1
La Jambe de Caſſiopée............	ε	2	1	37	23	41,3	62	28,4N	+3,1
Le pied d'Andromede..............	γ	2	1	49	16	36,1	41	10,0N	+3,0
La Tête de l'Hydre mâle..........	α	2	1	52	12	18,7	62	44,7 S	– 2,9
La Mâchoire de la Baleine.......	α	2	2	49	45	31,3	3	8,0N	+2,5
La Tête de Méduſe *Algol*........	β	2	2	52	38	38,4	40	0,7N	+2,4
La Claire de Perſée..............	α	2	3	7	19	41,9	48	59,1N	+2,3
La Claire des Pléyades...........	η	3	3	33	15	35,4	23	20,6N	+2,0
L'Œil du Taureau *Aldebaran*....	α	1	4	22	10	34,3	16	0,4N	+1,4
La Chevre........................	α	1	4	59	0	44,0	45	43,5N	+0,9
Le pied luiſant d'Orion *Rigel*...	β	1	5	3	2	28,9	8	29,8 S	– 0,8
La Corne Boréale du Taureau..	β	2	5	11	8	37,8	28	22,8N	+0,7
L'Epaule précéd. d'Orion........	γ	2	5	12	16	32,2	6	6,6N	+0,7
La préc. du Baudrier d'Orion...	δ	2	5	19	47	30,7	0	29,8 S	– 0,6
Le milieu du Baudrier d'Orion.	ε	2	5	24	3	30,5	1	22,5 S	– 0,5
La ſuiv. du Baudrier d'Orion...	ζ	2	5	28	40	30,4	2	5,3 S	– 0,4
La Claire de la Colombe.........	α	2	5	30	59	22,0	34	12,9 S	– 0,4
L'Epaule du Cocher..............	β	2	5	41	56	44,1	44	53,5N	+0,3
L'Epaule ſuiv. d'Orion...........	α	1	5	42	12	32,5	7	20,4N	+0,3
Le Gouvernail du Navire *Canobus*	α	1	6	18	38	13,4	52	34,4 S	+0,3
Le pied luiſant des Gémeaux.....	γ	2	6	23	51	34,8	16	35,0N	– 0,3
La Gueule du grand Chien *Syrius*.	α	1	6	34	35	26,9	16	24,1 S	+0,5
Le Dos du grand Chien...........	δ	2	6	58	38	24,5	26	1,8 S	+0,8
La Queue du grand Chien.......	η	2	7	14	36	23,9	28	51,1 S	+1,1
La tête préc. des Gémeaux......	α	1	7	19	15	38,7	32	23,4N	– 1,1

Noms des Etoiles.	Caractere.	Grandeur.	Ascension droite en temps. H.	′	″	Aug. en 10 ans ″	Déclinaison. D.	′	Varia. en 10 ans ′
Le Petit Chien *Procyon*..........	α	2	7	26	44	32,1	5	49,5N	-1,2
La Tête suiv. des Gémeaux.......	β	2	7	30	37	37,5	28	35,1N	-1,3
La Pouppe du Navire............	ζ	2	7	55	10	21,2	39	20,3 S	+1,6
La préc. au Corps du Navire..	γ	2	8	2	10	18,5	46	38,3 S	+1,7
La Claire au milieu du Navire...	δ	2	8	38	4	16,1	53	50,2 S	+2,1
La Claire des rames du Navire...	β	1	9	10	29	7,5	61	43,7 S	+2,5
Le Cœur de l'Hydre femelle......	α	2	9	15	49	29,6	7	37,7 S	+2,5
Le Cœur du Lion *Regulus*.........	α	1	9	55	34	32,4	13	7,9N	-2,8
La derniere du Navire...........	η	2	10	35	49	22,7	58	25,7 S	+3,1
La préc. Sud de la gr. Ourse......	β	2	10	47	11	37,5	57	39,7N	-3,2
La préc. Nord de la gr. Ourse....	α	2	10	48	42	38,9	63	2,4N	-3,2
La Queue du Lion................	β	2	11	36	48	31,2	15	54,8N	-3,3
La préc. de la Croix du Sud.......	δ	3	12	2	33	31,0	57	24,8 S	+3,3
La suiv. Sud de la gr. Ourse......	γ	2	11	41	4	32,4	55	1,7N	-3,3
La suiv. Nord de la gr. Ourse....	δ	3	12	3	25	30,5	58	22,0N	-3,3
Le Pied de la Croix du Sud.......	α	1	12	13	28	32,2	61	46,1 S	+3,3
La Tête de la Croix du Sud.......	γ	2	12	18	28	33,6	70	48,2 S	+3,3
Le Bras suiv. de la Croix du Sud.	β	2	12	33	53	34,2	58	22,4 S	+3,3
La prem. de la Q. de la gr. Ourse	ε	2	12	43	23	26,9	57	16,0N	-3,3
L'Epi de la Vierge................	α	1	13	12	35	31,5	9	54,0 S	+3,2
La 2. de la Queue de la gr. Ourse	ζ	2	13	14	12	24,5	56	11,0N	-3,2
Le Bout de la Q. de la gr. Ourse	η	2	13	38	4	24,1	50	31,0N	-3,0
Le Pied préc. du Centaure........	β	1	13	47	8	40,9	59	12,0 S	+3,0
La Claire du Bouvier *Arcturus*..	α	1	14	4	44	28,2	20	26,8N	-2,8
Le Pied suivant du Centaure.....	α	1	14	23	34	44,1	59	49,8 S	+2,7
Le Bassin Sud de la Balance.....	α	2	14	37	38	33,0	15	1,7 S	+2,6
Le Bassin Nord de la Balance....	β	2	15	4	8	33,0	8	28,8 S	+2,3
La Cl. de la Couronne du Nord..	α	2	15	24	27	20,5	27	32,2N	-2,1
La Claire du Serpent............	α	2	15	32	29	30,1	7	11,8N	-2,0
La Claire au front du Scorpion..	β	2	15	51	31	35,0	19	7,7 S	+1,8
Le Cœur du Scorpion *Antares*...	α	1	16	14	45	36,6	25	52,6 S	+1,5
La Claire du Triangle austral...	α	2	16	23	30	61,6	68	32,7 S	+1,4
La Tête d'Hercule................	α	2	17	3	42	27,4	14	40,9N	-0,8
Le Bout de la Queue du Scorpion	λ	2	17	17	21	40,8	36	54,1 S	+0,6
La Tête du Serpentaire..........	α	2	17	23	48	27,8	12	45,3N	-0,5
La Claire de la Lyre............	α	1	18	28	49	20,6	38	34,4N	+0,4
La Claire de l'Aigle.............	α	2	19	39	4	29,1	8	15,1N	+1,4
L'Œil du Paon....................	α	2	20	6	30	48,9	57	28,7 S	-1,7
La Queue du Cygne...............	α	2	20	33	15	20,5	44	26,0N	+2,1
L'Aile de la Grue.................	α	2	21	53	1	39,8	48	6,5 S	-2,8
Le Poisson Austral *Phomalhaut*.	α	1	22	44	20	33,4	30	53,2 S	-3,2
La Cuisse de Pégase..............	β	2	22	52	10	28,9	26	47,1N	+3,2
L'Aile préc. de Pégase...........	α	2	22	52	50	29,9	13	55,1N	+3,2
La Tête d'Andromede............	α	2	23	56	2	30,6	27	45,9N	+3,3
La Chaire de Cassiopée..........	β	2	23	56	29	30,4	57	49,4N	+3,3

TABLES
Pour calculer l'Aſcenſion droite & la Déclinaiſon du Soleil,
Dreſſées ſur le Méridien de Paris.

(Voyez la maniere de faire les calculs par le moyen de ces Tables, à la page 157 *& ſuivantes de ce Traité.)*

TABLE I. *Pour les années courantes.*

Années.	H.	′	″	Années.	H.	′	″	Années.	H.	′	″
Biſſ. 1736	18	45	33	1769	18	45	30	1802	18	41	0
1737	18	44	28	1770	18	44	26	1803	18	39	56
1738	18	43	24	1771	18	43	21	Biſſ. 1804	18	43	17
1739	18	42	19	Biſſ. 1772	18	46	42	1805	18	42	13
Biſſ. 1740	18	45	41	1773	18	45	37	1806	18	41	9
1741	18	44	35	1774	18	44	32	1807	18	40	5
1742	18	43	31	1775	18	43	27	Biſſ. 1808	18	43	25
1743	18	42	26	Biſſ. 1776	18	46	48	1809	18	42	21
Biſſ. 1744	18	45	47	1777	18	45	43	1810	18	41	16
1745	18	44	43	1778	18	44	39	1811	18	40	11
1746	18	43	39	1779	18	43	34	Biſſ. 1812	18	43	32
1747	18	42	35	Biſſ. 1780	18	46	56	1813	18	42	27
Biſſ. 1748	18	45	56	1781	18	45	51	1814	18	41	22
1749	18	44	52	1782	18	44	47	1815	18	40	18
1750	18	43	48	1783	18	43	43	Biſſ. 1816	18	43	39
1751	18	42	44	Biſſ. 1784	18	47	4	1817	18	42	34
Biſſ. 1752	18	46	4	1785	18	46	0	1818	18	41	30
1753	18	45	0	1786	18	44	56	1819	18	40	26
1754	18	43	55	1787	18	43	52	Biſſ. 1820	18	43	47
1755	18	42	50	Biſſ. 1788	18	47	12	1821	18	42	43
Biſſ. 1756	18	46	10	1789	18	46	8	1822	18	41	39
1757	18	45	6	1790	18	45	3	1823	18	40	35
1758	18	44	1	1791	18	43	59	Biſſ. 1824	18	43	56
1759	18	42	57	Biſſ. 1792	18	47	19	1825	18	42	51
Biſſ. 1760	18	46	17	1793	18	46	14	1826	18	41	47
1761	18	45	13	1794	18	45	10	1827	18	40	42
1762	18	44	9	1795	18	44	5	Biſſ. 1828	18	44	3
1763	18	43	5	Biſſ. 1796	18	47	26	1829	18	42	58
Biſſ. 1764	18	46	26	1797	18	46	21	1830	18	41	53
1765	18	45	22	1798	18	45	17	1831	18	40	49
1766	18	44	18	1799	18	44	13	Biſſ. 1832	18	44	9
1767	18	43	14	Com. 1800	18	43	8	1833	18	43	5
Biſſ. 1768	18	46	35	1801	18	42	4	1834	18	42	0

TABLE II.

Pour les jours du Mois.

Jours.	Janvier.			Février.			Mars.			Avril.			Mai.			Juin.		
	H.	′	″	H.	′	″	H.	′	″	H.	′	″	H.	′	″	H.	′	″
1	0	4	26	2	16	29	4	5	20	5	58	46	7	50	0	9	52	46
2	0	8	51	2	20	32	4	9	4	6	2	23	7	53	49	9	56	52
3	0	13	16	2	24	35	4	12	48	6	6	1	7	57	39	10	0	58
4	0	17	41	2	28	37	4	16	32	6	9	39	8	1	29	10	5	5
5	0	22	5	2	32	38	4	20	15	6	13	18	8	5	20	10	9	12
6	0	26	28	2	36	38	4	23	58	6	16	57	8	9	11	10	13	19
7	0	30	50	2	40	38	4	27	40	6	20	36	8	13	3	10	17	26
8	0	35	11	2	44	37	4	31	21	6	24	15	8	16	55	10	21	34
9	0	39	32	2	48	35	4	35	1	6	27	55	8	20	48	10	25	42
10	0	43	52	2	52	32	4	38	41	6	31	35	8	24	42	10	29	50
11	0	48	12	2	56	28	4	42	20	6	35	15	8	28	37	10	33	59
12	0	52	31	3	0	23	4	45	59	6	38	56	8	32	32	10	38	8
13	0	56	50	3	4	18	4	49	38	6	42	37	8	36	28	10	42	17
14	1	1	8	3	8	12	4	53	17	6	46	18	8	40	24	10	46	26
15	1	5	26	3	12	5	4	56	56	6	49	59	8	44	21	10	50	35
16	1	9	43	3	15	58	5	0	35	6	53	41	8	48	18	10	54	44
17	1	13	59	3	19	50	5	4	14	6	57	23	8	52	16	10	58	54
18	1	18	15	3	23	41	5	7	53	7	1	5	8	56	14	11	3	3
19	1	22	30	3	27	31	5	11	32	7	4	48	9	0	13	11	7	[illegible]
20	1	26	44	3	31	21	5	15	11	7	8	32	9	4	13	11	11	[illegible]
21	1	30	57	3	35	10	5	18	49	7	12	16	9	8	13	11	15	[illegible]
22	1	35	9	3	38	58	5	22	27	7	16	0	9	12	13	11	19	[illegible]
23	1	39	20	3	42	46	5	26	5	7	19	45	9	16	14	11	23	[illegible]
24	1	43	31	3	46	33	5	29	43	7	23	30	9	20	16	11	28	[illegible]
25	1	47	41	3	50	19	5	33	21	7	27	16	9	24	18	11	32	[illegible]
26	1	51	50	3	54	5	5	36	59	7	31	2	9	28	21	11	36	[illegible]
27	1	55	59	3	57	50	5	40	37	7	34	49	9	32	24	11	40	[illegible]
28	2	0	7	4	1	35	5	44	15	7	38	36	9	36	27	11	44	[illegible]
29	2	4	14				5	47	53	7	42	23	9	40	31	11	48	[illegible]
30	2	8	20				5	51	31	7	46	11	9	44	36	11	52	[illegible]
31	2	12	25				5	55	9				9	48	41			

Dans les mois de Janvier & de Février des Années Biſſextiles il faut ôter un jour du temps donné.

Suite de la TABLE II.

Pour les jours du Mois.

Jours.	Juillet. H.	′	″	Août. H.	′	″	Septembre H.	′	″	Octobre. H.	′	″	Novembre H.	′	″	Décembre. H.	′	″
1	11	57	2	14	1	47	15	57	46	17	45	54	19	42	23	21	46	28
2	12	1	10	14	5	39	16	1	24	17	49	32	19	46	19	21	50	48
3	12	5	18	14	9	31	16	5	1	17	53	10	19	50	16	21	55	9
4	12	9	26	14	13	22	16	8	38	17	56	48	19	54	14	21	59	30
5	12	13	33	14	17	13	16	12	15	18	0	27	19	58	12	22	3	52
6	12	17	39	14	21	3	16	15	52	18	4	6	20	2	11	22	8	15
7	12	21	45	14	24	53	16	19	29	18	7	46	20	6	12	22	12	38
8	12	25	51	14	28	42	16	23	5	18	11	26	20	10	14	22	17	1
9	12	29	57	14	32	31	16	26	41	18	15	7	20	14	16	22	21	25
10	12	34	2	14	36	19	16	30	17	18	18	48	20	18	19	22	25	49
11	12	38	7	14	40	6	16	33	53	18	22	30	20	22	23	22	30	14
12	12	42	11	14	43	53	16	37	28	18	26	12	20	26	28	22	34	39
13	12	46	15	14	47	39	16	41	3	18	29	54	20	30	33	22	39	4
14	12	50	18	14	51	25	16	44	39	18	33	37	20	34	40	22	43	30
15	12	54	21	14	55	10	16	48	15	18	37	21	20	38	47	22	47	55
16	12	58	23	14	58	55	16	51	51	18	41	5	20	42	55	22	52	21
17	13	2	25	15	2	39	16	55	26	18	44	50	20	47	4	22	56	47
18	13	6	26	15	6	22	16	59	2	18	48	35	20	51	13	23	1	14
19	13	10	27	15	10	5	17	2	37	18	52	21	20	55	23	23	5	40
20	13	14	28	15	13	47	17	6	13	18	56	8	20	59	34	23	10	7
21	13	18	28	15	17	29	17	9	49	18	59	55	21	3	46	23	14	34
22	13	22	27	15	21	11	17	13	25	19	3	43	21	7	59	23	19	0
23	13	26	25	15	24	52	17	17	0	19	7	32	21	12	13	23	23	27
24	13	30	23	15	28	33	17	20	36	19	11	21	21	16	28	23	27	54
25	13	34	20	15	32	14	17	24	12	19	15	11	21	20	43	23	32	21
26	13	38	17	15	35	54	17	27	48	19	19	2	21	24	59	23	36	47
27	13	42	13	15	39	34	17	31	25	19	22	53	21	29	15	23	41	13
28	13	46	9	15	43	13	17	35	2	19	26	45	21	33	32	23	45	39
29	13	50	5	15	46	52	17	38	39	19	30	38	21	37	50	23	50	5
30	13	54	0	15	50	30	17	42	17	19	34	32	21	42	9	23	54	31
31	13	57	54	15	54	8				19	38	27				23	58	57

TABLE III.

Pour les heures du jour.

H.	′	″	H.	′	″	H.	′	″
1	0	9	9	1	21	17	2	33
2	0	18	10	1	30	18	2	42
3	0	27	11	1	39	19	2	51
4	0	36	12	1	48	20	3	0
5	0	45	13	1	57	21	3	9
6	0	54	14	2	6	22	3	18
7	1	3	15	2	15	23	3	27
8	1	12	16	2	24	24	3	36

TABLE IV.

Pour les minutes d'heures comptées de deux en deux.

M.	″	M.	″	M.	″	M.	″
0	0	16	2	30	4	46	7
2	0	18	3	32	5	48	7
4	0	20	3	34	5	50	7
6	1	22	3	36	5	52	8
8	1	24	4	38	6	54	8
10	1	26	4	40	6	56	8
12	2	28	4	42	6	58	9
14	2	30	4	44	7	60	9

TABLE V.

Du ſurplus en Aſcenſion droite, ſelon les jours du mois, & les heures du jour.

Heures.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Heures.	
J. du Mois.		″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	J. du Mois.	
Déc. 16		2	4	6	9	11	13	15	17	19	21	24	26		Décembre 16
31		2	4	6	8	10	13	15	17	19	21	23	25		11
Janvier. 3		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25		8
6		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		5
7		2	4	6	8	10	12	14	16	18	19	21	23		4
9		2	4	6	8	9	11	13	15	17	19	21	23		2
11		2	4	6	7	9	11	13	15	17	18	20	22		1
13		2	4	5	7	9	11	13	14	16	18	20	22		28
15		2	3	5	7	9	10	12	14	16	17	19	21		27
17		2	3	5	7	8	10	12	14	15	17	19	20		25
19		2	3	5	7	8	10	12	13	15	16	18	20		23
20		2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	19		22
21		2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	19		20
22		1	3	5	6	7	9	10	12	13	15	16	18		19
24	Juin 15	1	3	4	6	7	9	10	12	13	14	16	17	Juin 15	18
26	8	1	3	4	6	7	8	10	11	13	14	15	17	Juillet 1	16
28	4	1	3	4	5	7	8	9	11	12	13	15	16	4	14
29	1	1	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	16	6	12
30	Mai 29	1	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	8	Novembre 11
Février. 1	27	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	10	10
2	24	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	13	9
4	22	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	16	7
6	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	19	6
7	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21	5
8	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11	23	3
9	14	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	25	2
11	12	1	2	3	3	4	5	6	7	8	8	9	10	28	1
13	10	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	30	Octobre 30
14	8	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	Août 1	28
16	6	1	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	8	3	27
18	3	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8	5	25
20	1	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7	7	7	23
22	Avril. 29	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	9	21
24	27	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	10	19
26	24	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	12	18
28	21	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	14	16
Mars. 3	18	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	16	13
5	15	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	18	11
7	12	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	22	8
9	9	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	27	6
13	Mars 13	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	31	2
		0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	Sep. 2	Sep. 27
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	22

Sui

Suite de la TABLE V.

Du ſurplus en Aſcenſion droite, ſelon les jours du mois, & les heures du jour.

Heures.				13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Heures.			
J. du Mois.				"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	J. du Mois.			
Déc.	16			28	30	32	34	37	39	41	43	45	47	49	52			Décembre	16
	31			27	29	31	34	36	38	40	42	44	46	48	50				11
Janvier.	3			27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49				8
	6			26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48				5
	7			25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47				4
	9			25	27	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46				2
	11			24	26	28	30	31	33	35	37	39	41	43	45				1
	13			23	25	27	29	31	32	34	36	38	40	41	43			Novembre	28
	15			23	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42				27
	17			22	24	25	27	29	31	32	34	36	37	39	41				25
	19			21	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38	40				23
	20			21	22	24	26	27	29	31	32	34	35	37	38				22
	21			20	22	23	25	26	28	30	31	33	34	36	37				20
	22			19	21	22	24	25	27	29	30	31	33	34	36				19
	24	Juin	15	19	20	22	23	25	26	28	29	30	32	33	35	Juin	15		18
	26		8	18	20	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	Juillet	1		16
	28		4	18	19	20	22	23	24	26	27	28	30	31	32		4		14
	29		1	17	18	19	21	22	23	25	26	27	29	30	31		6		12
	30	Mai	29	16	17	19	20	21	22	24	25	26	27	29	30		8		11
Février.	1		27	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	28	29		10		10
	2		24	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28		13		9
	4		22	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26		16		7
	6		20	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		19		6
	7		18	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		21		5
	8		16	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		23		3
	9		14	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20	21	22		25		2
	11		12	11	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20	20		28		1
	13		10	10	11	12	13	14	14	15	16	17	18	18	19		30	Octobre	30
	14		8	10	10	11	12	13	13	14	15	16	16	17	18	Août	1		28
	16		6	9	10	10	11	12	13	13	14	15	15	16	17		3		27
	18		3	8	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16		5		25
	20		1	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15		7		23
	22	Avril.	29	7	8	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13		9		21
	24		27	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12		10		19
	26		24	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11		12		18
	28		21	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10		14		16
Mars.	3		18	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8		16		13
	5		15	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7		18		11
	7		12	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6		22		8
	9		9	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5		27		6
	13	Mars	13	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4		31		2
				1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Sep.	2	Sep.	27
				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		7		22

TABLE VI.

Pour trouver la Déclinaiſon du Soleil, par le moyen de ſon Aſcenſion droite en temps.

Minutes.	*Heures de l'Aſcenſion droite du Soleil.*												
	0		1		2		3		4		5		
	12		13		14		15		16		17		
	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	
0	0	0,0	6	24,7	12	14,9	17	4,0	20	36,4	22	45,1	60
1	0	6,5	6	30,9	12	20,3	17	8,2	20	39,2	22	46,5	59
2	0	13,1	6	37,1	12	25,7	17	12,4	20	42,0	22	47,9	58
3	0	19,6	6	43,3	12	31,0	17	16,5	20	44,8	22	49,3	57
4	0	26,1	6	49,5	12	36,3	17	20,6	20	47,6	22	50,7	56
5	0	32,6	6	55,7	12	41,6	17	24,7	20	50,3	22	52,0	55
6	0	39,1	7	1,8	12	46,9	17	28,8	20	53,0	22	53,3	54
7	0	45,6	7	7,9	12	52,2	17	32,9	20	55,7	22	54,6	53
8	0	52,1	7	14,0	12	57,5	17	36,9	20	58,4	22	55,9	52
9	0	58,6	7	20,1	13	2,7	17	40,9	21	1,1	22	57,1	51
10	1	5,1	7	26,2	13	7,9	17	44,9	21	3,7	22	58,3	50
11	1	11,6	7	32,4	13	13,1	17	48,9	21	6,3	22	59,5	49
12	1	18,1	7	38,5	13	18,3	17	52,9	21	8,9	23	0,6	48
13	1	24,6	7	44,6	13	23,5	17	56,8	21	11,5	23	1,7	47
14	1	31,1	7	50,6	13	28,6	18	0,7	21	14,1	23	2,8	46
15	1	37,6	7	56,7	13	33,7	18	4,6	21	16,6	23	3,9	45
16	1	44,1	8	2,7	13	38,8	18	8,5	21	19,1	23	5,0	44
17	1	50,5	8	8,7	13	43,9	18	12,4	21	21,6	23	6,0	43
18	1	57,0	8	14,7	13	49,0	18	16,2	21	24,0	23	7,0	42
19	2	3,5	8	20,7	13	54,0	18	20,0	21	26,4	23	8,0	41
20	2	10,0	8	26,7	13	59,0	18	23,8	21	28,8	23	9,0	40
21	2	16,4	8	32,7	14	4,0	18	27,6	21	31,2	23	9,9	39
22	2	22,9	8	38,6	14	9,0	18	31,3	21	33,5	23	10,8	38
23	2	29,4	8	44,6	14	14,0	18	35,0	21	35,8	23	11,7	37
24	2	35,9	8	50,6	14	19,0	18	38,7	21	38,1	23	12,6	36
25	2	42,3	8	56,5	14	23,9	18	42,4	21	40,4	23	13,4	35
26	2	48,8	9	2,4	14	28,8	18	46,0	21	42,7	23	14,2	34
27	2	55,2	9	8,3	14	33,7	18	49,6	21	44,9	23	15,0	33
28	3	1,7	9	14,2	14	38,6	18	53,2	21	47,1	23	15,8	32
29	3	8,1	9	20,1	14	43,4	18	56,8	21	49,3	23	16,6	31
30	3	14,6	9	26,0	14	48,3	19	0,4	21	51,4	23	17,3	30
	11		10		9		8		7		6		Minutes.
	23		22		21		20		19		18		
	Heures de l'Aſcenſion droite du Soleil.												

La Déclinaiſon du Soleil eſt Boréale dans les douze premieres heures de ſon Aſcenſion droite, & Auſtrale dans les douze dernieres heures.

Pour trouver la Déclinaiſon du Soleil, par le moyen de ſon Aſcenſion droite en temps.

Minutes.	Heures de l'Aſcenſion droite du Soleil.												
	0		1		2		3		4		5		
	12		13		14		15		16		17		
	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	
30	3	14,6	9	26,0	14	48,3	19	0,4	21	51,4	23	17,3	30
31	3	21,0	9	31,8	14	53,1	19	3,9	21	53,5	23	18,0	29
32	3	27,5	9	37,7	14	57,9	19	7,4	21	55,6	23	18,7	28
33	3	33,9	9	43,5	15	2,7	19	10,9	21	57,7	23	19,4	27
34	3	40,3	9	49,3	15	7,5	19	14,4	21	59,8	23	20,1	26
35	3	46,7	9	55,1	15	12,2	19	17,8	22	1,8	23	20,7	25
36	3	53,1	10	0,9	15	16,9	19	21,2	22	3,8	23	21,3	24
37	3	59,5	10	6,7	15	21,6	19	24,6	22	5,8	23	21,9	23
38	4	5,9	10	12,4	15	26,3	19	28,0	22	7,8	23	22,4	22
39	4	12,3	10	18,2	15	31,0	19	31,3	22	9,7	23	22,9	21
40	4	18,7	10	23,9	15	35,6	19	34,6	22	11,6	23	23,4	20
41	4	25,1	10	29,6	15	40,2	19	37,9	22	13,5	23	23,9	19
42	4	31,4	10	35,3	15	44,8	19	41,2	22	15,4	23	24,3	18
43	4	37,8	10	41,0	15	49,4	19	44,5	22	17,3	23	24,7	17
44	4	44,2	10	46,7	15	54,0	19	47,7	22	19,1	23	25,1	16
45	4	50,5	10	52,3	15	58,5	19	50,9	22	20,9	23	25,5	15
46	4	56,9	10	57,9	16	3,0	19	54,1	22	22,7	23	25,8	14
47	5	3,2	11	3,5	16	7,5	19	57,3	22	24,5	23	26,1	13
48	5	9,5	11	9,1	16	12,0	20	0,5	22	26,2	23	26,4	12
49	5	15,8	11	14,7	16	16,4	20	3,6	22	27,9	23	26,7	11
50	5	22,1	11	20,3	16	20,8	20	6,7	22	29,6	23	27,0	10
51	5	28,4	11	25,8	16	25,2	20	9,8	22	31,2	23	27,2	9
52	5	34,7	11	31,3	16	29,6	20	12,8	22	32,8	23	27,4	8
53	5	41,0	11	36,8	16	34,0	20	15,8	22	34,4	23	27,6	7
54	5	47,2	11	42,3	16	38,3	20	18,8	22	36,0	23	27,8	6
55	5	53,5	11	47,8	16	42,6	20	21,8	22	37,6	23	27,9	5
56	5	59,8	11	53,3	16	46,9	20	24,8	22	39,1	23	28,0	4
57	6	6,1	11	58,7	16	51,2	20	27,7	22	40,6	23	28,0	3
58	6	12,3	12	4,1	16	55,5	20	30,6	22	42,1	23	28,1	2
59	6	18,5	12	9,5	16	59,8	20	33,5	22	43,6	23	28,1	1
60	6	24,7	12	14,9	17	4,0	20	36,4	22	45,1	23	28,1	0
	11		10		9		8		7		6		Minutes.
	23		22		21		20		19		18		
	Heures de l'Aſcenſion droite du Soleil.												

La Déclinaiſon du Soleil eſt Boréale dans les douze premieres heures de ſon Aſcenſion droite, & Auſtrale dans les douze dernieres heures.

TABLES

Pour calculer les temps vrais des Phaſes de la Lune pour le Méridien de Paris.

(Voyez l'uſage de ces Tables page 172 de ce Traité.)

TABLE I. *Pour les Années.*

Années.	J.	H.	′	A	P.	Années.	J.	H.	′	A	P.
Biſſ. 1760	0	22	19	678	3	Biſſ. 1780	4	18	3	927	1
1761	5	1	31	74	1	1781	1	12	4	55	2
1762	1	19	31	202	2	1782	5	15	14	451	4
1763	5	22	42	599	4	1783	2	9	14	580	1
Biſſ. 1764	1	16	41	727	1	Biſſ. 1784	5	12	25	976	3
1765	5	19	52	124	3	1785	2	6	24	105	4
1766	2	13	52	252	4	1786	6	9	35	501	2
1767	6	17	3	649	2	1787	3	3	35	630	3
Biſſ. 1768	2	11	2	777	3	Biſſ. 1788	6	6	46	26	1
1769	6	14	13	174	1	1789	3	0	45	155	2
1770	3	8	13	302	2	1790	7	3	56	551	4
1771	0	2	12	431	3	1791	3	21	56	680	1
Biſſ. 1772	3	5	23	827	1	Biſſ. 1792	7	1	6	76	3
1773	7	8	34	224	3	1793	3	19	6	205	4
1774	4	2	34	352	4	1794	0	13	6	333	1
1775	0	20	33	481	1	1795	4	16	16	730	3
Biſſ. 1776	3	23	43	877	3	Biſſ. 1796	0	10	16	858	4
1777	0	17	43	5	4	1797	4	13	27	254	2
1778	4	20	54	402	2	1798	1	7	26	383	3
1779	1	14	53	530	3	1799	5	10	37	779	1

TABLE II. *Pour les Mois.*

M.	J.	H.	′	A	P.	M.	J.	H.	′	A	P.	M.	J.	H.	′	A	P.
Janvier.	7	9	35	268	1	Mai.	5	14	49	555	1	Septemb.	7	21	12	110	2
	14	19	6	536	2		12	23	52	823	2		15	6	18	377	3
	22	4	38	804	3		20	8	37	91	3		22	15	26	645	4
	29	14	9	72	4		27	17	28	359	4		30	0	36	913	1
Février.	5	23	34	340	1	Juin.	4	2	15	626	1	Octobre.	7	9	51	181	2
	13	9	10	608	2		11	11	8	894	2		14	19	8	449	3
	20	18	36	875	3		18	19	47	162	3		22	4	33	717	4
	28	4	3	143	4		26	4	39	430	4		29	13	57	985	1
Mars.	7	13	33	411	1	Juillet.	3	13	22	698	1	Novemb.	5	23	18	253	2
	14	22	54	679	2		10	22	4	966	2		13	8	46	521	3
	22	8	13	947	3		18	6	47	234	3		20	18	15	789	4
	29	17	27	215	4		25	15	40	502	4		28	3	49	57	1
Avril.	6	2	39	483	1	Août.	2	0	28	770	1	Décembre.	5	13	15	325	2
	13	11	47	751	2		9	9	20	38	2		12	22	45	593	3
	20	20	51	19	3		16	18	11	306	3		20	8	18	861	4
	28	5	52	287	4		24	3	8	574	4		27	17	56	128	1
							31	12	9	842	1						

Dans les mois de Janvier & Février des années Biſſextiles, il faut ajouter un jour au temps de la Phaſe trouvée par ces Tables.

Pour calculer l'heure vraie des Phases de la Lune.

(Voyez page 172.)

TABLE III.

De l'Equation qu'il faut toujours ajouter aux jours, heures & minutes trouvés par les Tables I *&* II *de la page précédente, selon la somme des nombres* A, *& selon que la somme des nombres* P *indique une Syzygie ou une Quadrature.*

	Syzigies		Quadr.			Syzigies		Quadr.			Syzigies		Quadr.	
A	H.	'	H.	'	A	H.	'	H.	'	A	H.	'	H.	'
0	14	55	14	55	330	23	16	27	55	670	6	34	1	55
10	15	34	15	50	340	22	57	27	29	680	6	16	1	30
20	16	13	16	45	350	22	36	27	2	690	6	0	1	7
30	16	51	17	40	360	22	13	26	33	700	5	46	0	47
40	17	29	18	35	370	21	48	26	1	710	5	35	0	30
50	18	6	19	30	380	21	22	25	23	720	5	25	0	16
60	18	42	20	23	390	20	54	24	43	730	5	17	0	6
70	19	17	21	16	400	20	25	23	58	740	5	12	0	0
80	19	51	22	7	410	19	55	23	11	750	5	10	0	1
90	20	24	22	55	420	19	25	22	23	760	5	8	0	7
100	20	56	23	41	430	18	53	21	35	770	5	10	0	18
110	21	25	24	25	440	18	21	20	44	780	5	13	0	32
120	21	53	25	7	450	17	48	19	51	790	5	19	0	48
130	22	19	25	45	460	17	14	18	55	800	5	28	1	6
140	22	43	26	19	470	16	40	17	57	810	5	39	1	25
150	23	6	26	48	480	16	5	16	57	820	5	51	1	46
160	23	28	27	15	490	15	30	15	56	830	6	5	2	10
170	23	45	27	40	500	14	55	14	55	840	6	22	2	35
180	23	59	28	4	510	14	20	13	54	850	6	44	3	2
190	24	11	28	25	520	13	45	12	53	860	7	7	3	31
200	24	22	28	44	530	13	10	11	53	870	7	31	4	5
210	24	31	29	2	540	12	36	10	55	880	7	57	4	43
220	24	37	29	18	550	12	2	9	59	890	8	25	5	25
230	24	40	29	32	560	11	29	9	6	900	8	54	6	9
240	24	42	29	43	570	10	57	8	15	910	9	26	6	55
250	24	40	29	49	580	10	25	7	27	920	9	59	7	43
260	24	38	29	50	590	9	55	6	39	930	10	33	8	34
270	24	33	29	44	600	9	25	5	52	940	11	8	9	27
280	24	25	29	34	610	8	56	5	7	950	11	44	10	20
290	24	15	29	20	620	8	28	4	27	960	12	21	11	15
300	24	4	29	3	630	8	2	3	49	970	12	59	12	10
310	23	50	28	43	640	7	37	3	17	980	13	37	13	5
320	23	34	28	20	650	7	14	2	48	990	14	16	14	0
330	23	16	27	55	660	6	53	2	21	1000	14	55	14	55

	Syzigies.	*Quadratures.*
P étant	1 ou 5 indique Nouv. Lune.	2 ou 6 indique Prem. Quartier.
	3 ou 7 indique Pleine Lune.	4 ou 8 indique Dern. Quartier.

TABLE

De la Correction qu'il faut appliquer à l'heure de l'Etabliſſement d'un Port, pour avoir le temps de la plus haute Marée à un jour propoſé.

Intervalle de temps.		Après la N. Lune.		Avant le 1. Quart.		Après le 1. Quart.		Avant la Pl. Lune.		Après la Pl. Lune.		Avant le Der. Quart.		Après le Der. Quart.		Avant la N. Lune.	
		Addit.		Addit.		Addit.		Souſtr.		Addit.		Addit.		Addit.		Souſtr.	
J.	H.	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'
0	0	0	0	5	6	5	6	0	0	0	0	5	6	5	6	0	0
	6	0	8	4	51	5	22	0	9	0	8	4	51	5	22	0	9
	12	0	17	4	37	5	40	0	18	0	17	4	37	5	40	0	18
	18	0	26	4	23	6	0	0	27	0	26	4	23	6	0	0	27
1	0	0	36	4	9	6	20	0	37	0	36	4	9	6	20	0	37
	6	0	45	3	56	6	39	0	47	0	45	3	56	6	39	0	47
	12	0	54	3	44	6	58	0	57	0	54	3	44	6	58	0	57
	18	1	2	3	32	7	18	1	7	1	2	3	32	7	18	1	7
2	0	1	11	3	21	7	37	1	17	1	11	3	21	7	37	1	17
	6	1	19	3	11	7	56	1	28	1	19	3	11	7	56	1	28
	12	1	28	3	1	8	14	1	39	1	28	3	1	8	14	1	39
	18	1	37	2	50	8	31	1	51	1	37	2	50	8	31	1	51
3	0	1	46	2	40	8	47	2	4	1	46	2	40	8	47	2	4
	6	1	54	2	30	9	2	2	16	1	54	2	30	9	2	2	16
	12	2	3	2	21	9	17	2	29	2	3	2	21	9	17	2	29
	18	2	12	2	12	9	31	2	44	2	12	2	12	9	31	2	44
4	0	2	21	2	3	9	44	2	58	2	21	2	3	9	44	2	58

L'uſage de cette Table eſt expliqué aux pages 178 & 179 de ce Traité.



TABLES

Des Corrections qu'il faut faire aux distances observées des Astres au Zénith, ou à leurs hauteurs observées, avant que de les employer dans les calculs de la Latitude, de l'heure, &c.

(Voyez l'usage de ces Tables, page 197 & suiv.)

TABLE I.

Pour l'Inclinaison de l'Horison de la Mer.

Elévation de l'œil au-dessus de la surface de la Mer. Pieds.	Pouc.	Minutes d'Inclinaison.
0	11	1
3	9	2
8	7	3
15	3	4
23	10	5
34	0	6
46	6	7
61	0	8
77	0	9
95	0	10
115	0	11
137	0	12
161	0	13
186	6	14
214	0	15

Quand on a pris la hauteur d'un Astre par devant, il en faut retrancher l'Inclinaison : Et quand on en a pris la hauteur par derriere, il faut y ajouter l'Inclinaison; au contraire, il faut ajouter l'Inclinaison à la distance au Zénith prise par devant, & la retrancher de la distance au Zénith prise par derriere.

TABLE II.

De la Réfraction.

Distances au Zénith. D.	Réfraction. ′	Hauteurs observées. D.
0	0,0	90
10	0,2	80
20	0,4	70
30	0,6	60
40	0,9	50
50	1,2	40
55	1,5	35
60	1,8	30
65	2,2	25
70	2,7	20
71	2,8	19
72	2,9	18
73	3,1	17
74	3,3	16
75	3,5	15
76	3,8	14
77	4,1	13
78	4,5	12
79	4,9	11
80	5,3	10
81	5,8	9
82	6,5	8
83	7,3	7
84	8,2	6
85	10,2	5
86	12,4	4
87	15,7	3
88	20,5	2
89	27,4	1
90	32,2	0

La Réfraction doit toujours être ajoutée aux distances au Zénith, & retranchée des hauteurs.

TABLE III.

Des demi-diametres du Soleil.

Jours du Mois.		Demi diam. ′	Jours du Mois.
Janvier..	1	16,3	31
	11	16,3	21
	21	16,3	11
Février..	1	16,3	1 Décem.
	11	16,3	21
	21	16,2	11
Mars.....	1	16,2	1 Novem.
	11	16,1	21
	21	16,1	11
Avril.....	1	16,1	1 Octobre
	11	16,0	21
	21	16,0	11
Mai.......	1	15,9	1 Septem.
	11	15,9	21
	21	15,8	11
Juin......	1	15,8	1 Août
	11	15,8	21
	21	15,8	11
	30	15,8	1 Juillet

Lorsqu'on fait concourir le bord du Soleil avec l'horizon de la Mer, de sorte que le Soleil paroisse tout entier au-dessus de cet horizon, il faut ôter son demi-diametre de la distance au Zénith, & l'ajouter à la hauteur.

On peut, sans erreur sensible, employer le demi-diametre du Soleil de 16 minutes juste pendant toute l'année.

TABLE

De la différence Ascensionnelle, ou de l'Intervalle de temps entre six heures & le lever ou le coucher du Soleil.

(Voyez l'usage de cette Table à la page 217 de ce Traité.)

Latit.	*Degrés de la Déclinaison du Soleil.*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12		13		14	
D.	′	′	′	′	′	′	′	′	′	H.	′	H.	′	H.	′	H.	′	H.	′
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2
4	0	1	1	1	1	2	2	2	3	0	3	0	3	0	3	0	4	0	4
6	0	1	1	2	2	3	3	3	4	0	4	0	5	0	5	0	6	0	6
8	1	1	2	2	3	3	4	5	5	0	6	0	6	0	7	0	7	0	8
10	1	1	2	3	4	4	5	6	6	0	7	0	8	0	9	0	9	0	10
12	1	2	3	3	4	5	6	7	8	0	9	0	9	0	10	0	11	0	12
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14
16	1	2	3	5	6	7	8	9	10	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16
18	1	3	4	5	7	8	9	10	12	0	13	0	14	0	16	0	17	0	19
20	1	3	4	6	7	9	10	12	13	0	15	0	16	0	18	0	19	0	21
22	2	3	5	6	8	10	11	13	15	0	16	0	18	0	20	0	21	0	23
24	2	4	5	7	9	11	13	14	16	0	18	0	20	0	22	0	24	0	26
26	2	4	6	8	10	12	14	16	18	0	20	0	22	0	24	0	26	0	28
28	2	4	6	9	11	13	15	17	19	0	22	0	24	0	26	0	28	0	30
30	2	5	7	9	12	14	16	19	21	0	23	0	26	0	28	0	31	0	33
32	2	5	7	10	13	15	18	20	23	0	25	0	28	0	31	0	33	0	36
34	3	5	8	11	14	16	19	22	25	0	27	0	30	0	33	0	36	0	39
36	3	6	9	12	15	18	20	23	26	0	29	0	32	0	36	0	39	0	42
38	3	6	9	13	16	19	22	25	28	0	32	0	35	0	38	0	42	0	45
40	3	7	10	13	17	20	24	27	31	0	34	0	38	0	41	0	45	0	48
42	4	7	11	14	18	22	25	29	33	0	37	0	40	0	44	0	48	0	51
43	4	7	11	15	19	22	26	30	34	0	38	0	42	0	46	0	50	0	54
44	4	8	12	15	19	23	27	31	35	0	39	0	43	0	47	0	52	0	56
45	4	8	12	16	20	24	28	32	36	0	41	0	45	0	49	0	53	0	58
46	4	8	12	17	21	25	29	33	38	0	42	0	46	0	51	0	55	1	[illegible]
47	4	9	13	17	22	26	30	35	39	0	44	0	48	0	53	0	57	1	[illegible]
48	4	9	13	18	22	27	31	36	41	0	45	0	50	0	55	0	59	1	[illegible]
49	5	9	14	18	23	28	32	37	42	0	47	0	52	0	57	1	2	1	[illegible]
50	5	10	14	19	24	29	34	39	44	0	49	0	54	0	59	1	4	1	[illegible]
51	5	10	15	20	25	30	35	40	45	0	50	0	56	1	1	1	6	1	[illegible]
52	5	10	15	21	26	31	36	41	47	0	52	0	58	1	3	1	9	1	[illegible]
53	5	11	16	21	27	32	38	43	49	0	53	0	59	1	5	1	11	1	[illegible]
54	5	11	17	22	28	33	39	45	50	0	56	1	2	1	8	1	14	1	[illegible]
55	6	11	17	23	29	35	40	46	52	0	58	1	4	1	11	1	17	1	[illegible]
56	6	12	18	24	30	36	42	48	54	1	2	1	7	1	13	1	20	1	[illegible]
57	6	12	19	25	31	37	44	50	56	1	4	1	10	1	16	1	23	1	[illegible]
58	6	13	19	26	32	39	45	52	59	1	6	1	12	1	19	1	27	1	[illegible]
59	7	13	20	27	33	40	47	54	61	1	8	1	16	1	23	1	30	1	[illegible]
60	7	14	21	28	35	42	49	56	64	1	11	1	19	1	26	1	34	1	[illegible]
61	7	14	22	29	36	44	51	59	66	1	14	1	22	1	30	1	38	1	[illegible]
62	8	15	23	30	38	46	53	61	69	1	17	1	26	1	34	1	43	1	[illegible]
63	8	16	24	32	40	48	56	64	72	1	21	1	30	1	39	1	48	1	[illegible]

De la différence Ascensionnelle, ou de l'Intervalle de temps entre six heures & le lever ou le coucher du Soleil.

Latit.	Degrés de la Déclinaison du Soleil.																			
	15		16		17		18		19		20		21		22		23		24	
D.	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'	H.	'
2	0	2	0	2	0	2	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	4
4	0	4	0	5	0	5	0	5	0	6	0	6	0	6	0	6	0	7	0	7
6	0	6	0	7	0	7	0	8	0	8	0	9	0	9	0	10	0	10	0	11
8	0	8	0	9	0	10	0	10	0	11	0	12	0	12	0	13	0	14	0	14
10	0	11	0	12	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	0	16	0	17	0	18
12	0	13	0	14	0	15	0	16	0	17	0	18	0	19	0	20	0	21	0	22
14	0	15	0	16	0	17	0	19	0	20	0	21	0	22	0	23	0	24	0	25
16	0	18	0	19	0	20	0	21	0	23	0	24	0	25	0	27	0	28	0	29
18	0	20	0	21	0	23	0	24	0	26	0	27	0	29	0	30	0	32	0	33
20	0	22	0	24	0	26	0	27	0	29	0	30	0	32	0	34	0	36	0	37
22	0	25	0	27	0	28	0	30	0	32	0	34	0	36	0	38	0	40	0	41
24	0	27	0	29	0	31	0	33	0	35	0	37	0	39	0	41	0	44	0	46
26	0	30	0	32	0	34	0	36	0	39	0	41	0	43	0	45	0	48	0	50
28	0	33	0	35	0	37	0	40	0	42	0	45	0	47	0	50	0	52	0	55
30	0	36	0	38	0	40	0	43	0	46	0	49	0	51	0	54	0	57	1	0
32	0	39	0	41	0	44	0	47	0	50	0	53	0	56	0	58	1	2	1	5
34	0	42	0	45	0	48	0	51	0	54	0	57	1	0	1	3	1	7	1	10
36	0	45	0	48	0	51	0	55	0	58	1	1	1	5	1	8	1	12	1	16
38	0	48	0	52	0	55	0	59	1	2	1	6	1	10	1	14	1	17	1	21
40	0	52	0	56	0	59	1	3	1	7	1	11	1	15	1	19	1	23	1	28
42	0	56	1	0	1	4	1	8	1	12	1	17	1	21	1	25	1	30	1	35
43	0	58	1	2	1	6	1	11	1	15	1	19	1	24	1	29	1	33	1	38
44	1	0	1	4	1	9	1	13	1	18	1	22	1	27	1	32	1	37	1	42
45	1	2	1	7	1	11	1	16	1	21	1	25	1	30	1	35	1	40	1	46
46	1	4	1	9	1	14	1	19	1	24	1	29	1	34	1	39	1	44	1	50
47	1	7	1	12	1	17	1	22	1	27	1	32	1	37	1	43	1	48	1	54
48	1	9	1	14	1	19	1	25	1	30	1	35	1	41	1	47	1	53	1	59
49	1	12	1	17	1	22	1	28	1	33	1	39	1	45	1	51	1	57	2	3
50	1	14	1	20	1	25	1	31	1	37	1	43	1	49	1	55	2	2	2	8
51	1	17	1	23	1	29	1	35	1	41	1	47	1	53	2	0	2	6	2	13
52	1	20	1	26	1	32	1	38	1	45	1	51	1	58	2	5	2	12	2	19
53	1	23	1	29	1	36	1	42	1	49	1	56	2	3	2	10	2	17	2	25
54	1	27	1	33	1	40	1	46	1	53	2	0	2	8	2	15	2	23	2	31
55	1	30	1	37	1	44	1	51	1	58	2	5	2	13	2	21	2	29	2	38
56	1	34	1	41	1	48	1	55	2	3	2	11	2	19	2	27	2	36	2	45
57	1	37	1	45	1	52	2	0	2	8	2	16	2	25	2	34	2	43	2	53
58	1	42	1	49	1	57	2	5	2	14	2	22	2	32	2	41	2	51	3	2
59	1	46	1	54	2	2	2	11	2	20	2	29	2	39	2	49	3	0	3	11
60	1	51	1	59	2	8	2	17	2	26	2	36	2	47	2	58	3	9	3	22
61	1	56	2	5	2	14	2	24	2	34	2	44	2	55	3	7	3	20	3	34
62	2	1	2	11	2	20	2	31	2	41	2	52	3	5	3	18	3	32	3	47
63	2	7	2	17	2	27	2	38	2	50	3	2	3	16	3	30	3	46	4	4

TABLE

Du temps que les Aſtres à l'horizon employent à changer d'un degré de hauteur abſolue.

(Voyez l'uſage de cette Table page 219 de ce Traité.)

Latitude.	*Degrés de la Déclinaiſon de l'Aſtre.* 0	3	6	9	12	15	18	21	24
D.	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″
0	4 0	4 0	4 1	4 3	4 6	4 9	4 13	4 17	4 22
3	4 0	4 0	4 1	4 3	4 6	4 9	4 13	4 17	4 23
6	4 1	4 1	4 2	4 4	4 7	4 10	4 14	4 18	4 25
9	4 3	4 3	4 4	4 6	4 9	4 12	4 16	4 21	4 27
12	4 6	4 6	4 7	4 9	4 12	4 15	4 19	4 24	4 30
15	4 9	4 9	4 10	4 12	4 15	4 18	4 22	4 28	4 34
18	4 13	4 13	4 14	4 16	4 19	4 22	4 26	4 32	4 39
21	4 17	4 17	4 18	4 21	4 24	4 28	4 33	4 38	4 45
24	4 22	4 23	4 25	4 27	4 30	4 34	4 39	4 45	4 53
27	4 29	4 30	4 32	4 34	4 37	4 41	4 47	4 55	5 3
30	4 37	4 38	4 40	4 42	4 45	4 50	4 57	5 5	5 14
33	4 46	4 47	4 49	4 52	4 56	5 1	5 9	5 18	5 29
36	4 57	4 58	5 1	5 4	5 8	5 13	5 21	5 32	5 46
39	5 9	5 11	5 14	5 17	5 22	5 28	5 36	5 48	6 6
42	5 24	5 25	5 28	5 31	5 37	5 45	5 56	6 10	6 28
43	5 28	5 29	5 32	5 36	5 42	5 51	6 3	6 18	6 36
44	5 33	5 35	5 38	5 42	5 49	5 58	6 10	6 26	6 45
45	5 39	5 41	5 44	5 48	5 55	6 5	6 17	6 34	6 55
46	5 45	5 47	5 50	5 54	6 1	6 12	6 26	6 44	7 6
47	5 52	5 54	5 57	6 1	6 8	6 20	6 35	6 55	7 19
48	5 59	6 1	6 4	6 8	6 16	6 29	6 45	7 7	7 34
49	6 6	6 8	6 11	6 16	6 25	6 38	6 56	7 20	7 50
50	6 14	6 16	6 20	6 25	6 34	6 48	7 8	7 33	8 7
51	6 22	6 24	6 28	6 34	6 44	6 59	7 20	7 48	8 24
52	6 31	6 33	6 38	6 44	6 55	7 11	7 33	8 4	8 43
53	6 40	6 42	6 47	6 54	7 6	7 23	7 47	8 20	9 3
54	6 49	6 52	6 58	7 5	7 18	7 36	8 1	8 37	9 24
55	6 58	7 1	7 7	7 16	7 30	7 49	8 16	8 55	9 48
56	7 8	7 11	7 18	7 28	7 43	8 4	8 32	9 18	10 18
57	7 19	7 23	7 30	7 41	7 58	8 21	8 59	9 46	10 57
58	7 31	7 35	7 43	7 55	8 14	8 39	9 20	10 19	11 45
59	7 45	7 49	7 57	8 10	8 30	8 59	9 42	10 55	12 45
60	8 0	8 5	8 14	8 27	8 48	9 21	10 6	11 36	14 0
61	8 15	8 20	8 30	8 45	9 8	9 46	10 36	12 26	
62	8 31	8 36	8 47	9 5	9 30	10 14	11 12	13 21	
63	8 49	8 55	9 7	9 26	9 53	10 45	11 57	14 24	
64	9 8	9 14	9 28	9 49	10 18	11 30	12 55	15 38	
65	9 28	9 34	9 49	10 14	10 47	11 58	14 10	17 5	
66	9 50	9 55	10 11	10 41	11 26	12 40	15 40	19 0	

TABLE

Des Amplitudes ortives & occafes des Aftres.

(Voyez l'ufage de ces Tables à la page 231 & fuiv.)

Latit.	*Degrés de la Déclinaifon de l'Aftre.*															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
D.	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'
2	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0
4	1	0	2	0	3	0	4	1	5	1	6	1	7	1	8	2
6	1	0	2	1	3	1	4	2	5	2	6	2	7	3	8	4
8	1	0	2	1	3	2	4	3	5	3	6	4	7	5	8	6
10	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
12	1	1	2	3	3	4	4	5	5	7	6	8	7	10	8	11
14	1	2	2	4	3	5	4	7	5	9	6	11	7	13	8	15
16	1	2	2	5	3	7	4	10	5	13	6	15	7	17	8	19
18	1	3	2	6	3	9	4	13	5	16	6	19	7	22	8	25
20	1	4	2	8	3	11	4	16	5	19	6	23	7	27	8	31
22	1	5	2	10	3	14	4	19	5	24	6	29	7	33	8	38
24	1	6	2	12	3	17	4	23	5	29	6	34	7	40	8	46
26	1	7	2	14	3	21	4	27	5	34	6	41	7	48	8	54
28	1	8	2	16	3	24	4	32	5	40	6	48	7	56	9	4
30	1	9	2	19	3	28	4	37	5	46	6	55	8	5	9	15
32	1	11	2	22	3	33	4	43	5	54	7	5	8	16	9	27
34	1	12	2	25	3	37	4	50	6	2	7	15	8	27	9	40
36	1	14	2	28	3	43	4	57	6	11	7	25	8	40	9	54
38	1	16	2	32	3	48	5	5	6	21	7	37	8	54	10	11
40	1	18	2	37	3	55	5	14	6	32	7	51	9	9	10	28
42	1	20	2	41	4	2	5	24	6	44	8	5	9	26	10	48
43	1	22	2	44	4	6	5	29	6	51	8	13	9	35	10	58
44	1	23	2	47	4	10	5	34	6	58	8	21	9	45	11	9
45	1	25	2	50	4	15	5	40	7	5	8	30	9	55	11	21
46	1	26	2	53	4	19	5	46	7	12	8	39	10	6	11	33
47	1	28	2	56	4	24	5	52	7	21	8	49	10	18	11	46
48	1	30	2	59	4	29	5	59	7	29	8	59	10	30	12	0
49	1	32	3	3	4	35	6	6	7	38	9	10	10	42	12	15
50	1	33	3	7	4	40	6	14	7	48	9	21	10	56	12	30
51	1	35	3	11	4	46	6	22	7	58	9	34	11	10	12	47
52	1	37	3	15	4	52	6	30	8	8	9	47	11	25	13	4
53	1	40	3	20	4	59	6	40	8	20	10	0	11	41	13	22
54	1	42	3	24	5	6	6	49	8	33	10	15	11	58	13	42
55	1	45	3	29	5	14	6	59	8	44	10	30	12	16	14	3
56	1	47	3	35	5	22	7	10	8	58	10	46	12	35	14	25
57	1	50	3	41	5	31	7	22	9	13	11	4	12	56	14	48
58	1	53	3	47	5	40	7	34	9	28	11	23	13	18	15	13
59	1	57	3	53	5	50	7	47	9	45	11	43	13	41	15	41
60	2	0	4	0	6	1	8	1	10	2	12	4	14	6	16	10
61	2	4	4	8	6	12	8	16	10	21	12	27	14	34	16	41
62	2	8	4	16	6	24	8	34	10	42	12	52	15	3	17	15
63	2	12	4	25	6	37	8	50	11	4	13	19	15	37	17	51

Suite de la TABLE

Des Amplitudes ortives & occases des Astres.

Latit.	Degrés de la Déclinaison de l'Astre.															
	9		10		11		12		13		14		15		16	
D.	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'
2	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	1
4	9	2	10	2	11	2	12	2	13	2	14	2	15	2	16	3
6	9	4	10	4	11	4	12	4	13	4	14	5	15	5	16	6
8	9	6	10	6	11	7	12	7	13	8	14	9	15	9	16	10
10	9	8	10	10	11	10	12	11	13	12	14	13	15	14	16	15
12	9	12	10	14	11	14	12	16	13	18	14	19	15	21	16	22
14	9	17	10	18	11	20	12	22	13	24	14	26	15	29	16	30
16	9	22	10	24	11	27	12	30	13	32	14	34	15	37	16	40
18	9	28	10	31	11	35	12	38	13	41	14	44	15	47	16	51
20	9	35	10	39	11	43	12	47	13	51	14	55	15	59	17	4
22	9	43	10	48	11	53	12	58	14	2	15	8	16	13	17	18
24	9	52	10	58	12	3	13	10	14	15	15	22	16	28	17	34
26	10	1	11	9	12	15	13	22	14	30	15	37	16	44	17	52
28	10	12	11	21	12	29	13	37	14	46	15	54	17	3	18	11
30	10	24	11	34	12	44	13	53	15	3	16	13	17	23	18	34
32	10	38	11	49	13	0	14	11	15	23	16	34	17	46	18	58
34	10	52	12	5	13	18	14	31	15	45	16	58	18	12	19	25
36	11	9	12	24	13	39	14	54	16	9	17	24	18	40	19	55
38	11	27	12	44	14	1	15	18	16	35	17	53	19	19	20	26
40	11	47	13	6	14	25	15	45	17	5	18	25	19	45	21	5
42	12	9	13	31	14	53	16	15	17	37	19	0	20	23	21	46
43	12	21	13	44	15	7	16	31	17	55	19	19	20	43	22	8
44	12	34	13	58	15	23	16	48	18	13	19	39	21	5	22	32
45	12	47	14	13	15	39	17	6	18	33	20	0	21	28	22	57
46	13	1	14	29	15	57	17	25	18	54	20	43	21	53	23	22
47	13	16	14	45	16	15	17	45	19	17	20	47	22	18	23	50
48	13	28	15	2	16	34	18	6	19	39	21	12	22	45	24	19
49	13	48	15	21	16	55	18	29	20	3	21	38	23	15	24	51
50	14	5	15	40	17	16	18	52	20	29	22	7	23	45	25	24
51	14	24	16	1	17	39	19	17	20	50	22	37	24	17	25	59
52	14	43	16	23	18	3	19	44	21	16	23	8	24	52	26	36
53	15	4	16	47	18	29	20	13	21	57	23	42	25	28	27	16
54	15	26	17	11	18	57	20	43	22	30	24	18	26	7	27	58
55	15	50	17	37	19	26	21	15	23	5	24	57	26	49	28	43
56	16	15	18	6	19	57	21	50	23	43	25	38	27	34	29	32
57	16	42	18	36	20	30	22	27	24	24	26	22	28	29	30	24
58	17	10	19	8	21	6	23	6	25	7	27	10	29	14	31	20
59	17	41	19	42	21	45	23	49	25	53	28	5	30	10	32	21
60	18	14	20	19	22	25	24	34	26	46	28	56	31	10	33	27
61	18	50	20	59	23	11	25	24	27	39	29	56	32	16	34	39
62	19	28	21	43	23	59	26	17	28	38	31	1	33	27	35	57
63	20	9	22	29	24	51	27	15	29	42	32	12	34	46	37	23

Des Amplitudes ortives & occases des Astres.

Latit.	Degrés de la Déclinaison de l'Astre.															
	17		18		19		20		21		22		23		23 ½	
D.	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′	D.	′
2	17	1	18	1	19	1	20	1	21	1	22	1	23	1	23	31
4	17	3	18	3	19	3	20	3	21	3	22	5	23	4	23	34
6	17	6	18	6	19	7	20	7	21	7	22	9	23	8	23	38
8	17	10	18	11	19	12	20	12	21	13	22	13	23	14	23	46
10	17	16	18	17	19	18	20	19	21	20	22	21	23	23	23	53
12	17	24	18	25	19	27	20	28	21	30	22	31	23	33	24	4
14	17	32	18	34	19	36	20	38	21	41	22	42	23	45	24	16
16	17	43	18	46	19	48	20	51	21	53	22	57	23	59	24	31
18	17	54	18	58	20	1	21	5	22	8	23	12	24	15	24	47
20	18	8	19	12	20	16	21	21	22	25	23	30	24	34	25	7
22	18	23	19	28	20	33	21	39	22	44	23	50	24	56	25	28
24	18	40	19	48	20	53	21	59	23	6	24	13	25	21	25	53
26	18	59	20	7	21	14	22	22	23	30	24	38	25	46	26	20
28	19	20	20	29	21	38	22	47	23	57	25	6	26	16	26	51
30	19	44	20	54	22	5	23	16	24	27	25	38	26	49	27	25
32	20	10	21	22	22	35	23	47	25	0	26	13	27	26	28	3
34	20	38	21	53	23	7	24	22	25	37	26	52	28	7	28	45
36	21	11	22	27	23	44	25	1	26	18	27	35	28	53	29	32
38	21	47	23	5	24	25	25	43	27	3	28	23	29	44	30	24
40	22	26	23	47	25	9	26	31	27	54	29	17	30	40	31	22
42	23	10	24	34	25	59	27	24	28	50	30	16	31	43	32	27
43	23	34	25	0	26	26	27	53	29	20	30	49	32	18	33	2
44	23	59	25	26	26	55	28	23	29	53	31	23	32	54	33	40
45	24	25	25	55	27	25	28	56	30	27	31	59	33	33	34	20
46	24	53	26	25	27	57	29	30	31	3	32	38	34	14	35	2
47	25	23	26	57	28	31	30	6	31	42	33	19	34	57	35	47
48	25	55	27	30	29	7	30	44	32	23	34	3	35	44	36	35
49	26	28	28	6	29	45	31	25	33	7	34	49	36	33	37	26
50	27	7	28	44	30	26	32	9	33	53	35	39	37	26	38	21
51	27	41	29	24	31	9	32	55	34	43	36	32	38	23	39	19
52	28	21	30	6	31	57	33	45	35	36	37	29	39	23	40	22
53	29	4	30	53	32	45	34	39	36	33	38	30	40	49	41	30
54	29	50	31	43	33	38	35	35	37	34	39	36	41	40	42	43
55	30	39	32	36	34	35	36	37	38	40	40	47	42	56	44	3
56	31	32	33	33	35	36	37	42	39	51	42	4	44	19	45	30
57	32	28	34	34	36	43	38	54	41	10	43	27	45	50	47	4
58	33	29	35	40	37	54	40	12	42	33	44	59	47	30	48	48
59	34	35	36	52	39	12	41	37	44	6	46	40	49	21	50	44
60	35	47	38	10	40	38	43	10	45	47	48	31	51	24	52	53
61	37	5	39	56	42	11	44	52	47	40	50	36	53	42	55	20
62	38	31	41	10	43	54	46	46	49	46	52	56	56	20	58	9
63	40	5	42	54	45	49	48	53	52	8	55	30	59	24	61	26

TABLE

De la quantité dont l'Azimut des Aſtres change près de l'Horizon, pour un degré de changement dans leur hauteur.

Latitude.	*Degrés d'Amplitude de l'Aſtre.* 0		5		10		15		20		25		30		35		40	
	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'
0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
5		5		5		5		5		6		6		6		7		7
10		11		11		11		11		11		12		12		13		14
15		16		16		16		17		17		18		19		20		21
20		22		22		22		23		23		24		25		26		28
25		28		28		29		29		30		31		32		34		36
30		35		35		36		37		37		38		40		42		45
35		42		42		43		44		45		47		49		52		55
40		50		50		51		52		53		55		58	1	2	1	6
41		52		52		53		54		55		57	1	0	1	4	1	8
42		54		54		55		56		57		59	1	2	1	6	1	10
43		56		56		57		58	1	0	1	2	1	5	1	9	1	13
44		58		58		59	1	0	1	2	1	5	1	8	1	11	1	15
45	1	0	1	0	1	1	1	2	1	4	1	7	1	10	1	14	1	18
46	1	2	1	2	1	3	1	4	1	6	1	9	1	13	1	17	1	21
47	1	4	1	5	1	6	1	7	1	9	1	12	1	16	1	20	1	24
48	1	7	1	7	1	8	1	9	1	11	1	14	1	18	1	22	1	27
49	1	9	1	9	1	10	1	11	1	13	1	16	1	20	1	25	1	30
50	1	12	1	12	1	13	1	14	1	16	1	19	1	23	1	28	1	33
51	1	14	1	15	1	16	1	17	1	19	1	22	1	26	1	31	1	36
52	1	17	1	18	1	19	1	20	1	22	1	25	1	29	1	34	1	40
53	1	20	1	21	1	22	1	23	1	25	1	28	1	32	1	37	1	44
54	1	23	1	24	1	25	1	26	1	28	1	31	1	35	1	40	1	48
55	1	26	1	27	1	28	1	29	1	31	1	34	1	38	1	44	1	52
56	1	29	1	30	1	31	1	32	1	35	1	38	1	42	1	48	1	56
57	1	33	1	33	1	34	1	36	1	39	1	42	1	46	1	52	2	0
58	1	36	1	37	1	38	1	40	1	43	1	46	1	50	1	57	2	5
59	1	40	1	41	1	42	1	44	1	47	1	50	1	55	2	2	2	10
60	1	44	1	45	1	46	1	48	1	51	1	55	2	0	2	7	2	16
61	1	48	1	50	1	51	1	53	1	56	2	0	2	5	2	12	2	21
62	1	53	1	55	1	56	1	58	2	1	2	5	2	11	2	18	2	27
63	1	58	2	0	2	1	2	3	2	6	2	10	2	17	2	24	2	34
64	2	3	2	5	2	6	2	8	2	11	2	16	2	23	2	31	2	41
65	2	9	2	10	2	12	2	14	2	17	2	22	2	29	2	38	2	48
66	2	15	2	16	2	18	2	20	2	23	2	29	2	36	2	45	2	56
67	2	22	2	23	2	25	2	27	2	30	2	36	2	44	2	53	3	5
68	2	29	2	30	2	32	2	34	2	37	2	44	2	52	3	1	3	14
69	2	37	2	38	2	40	2	42	2	45	2	52	3	0	3	10	3	24
70	2	45	2	46	2	48	2	51	2	54	3	0	3	9	3	20	3	35

De la quantité dont l'Azimut des Aſtres change près de l'Horizon, pour un degré de changement dans leur hauteur.

Latitude.	Degrés d'Amplitude de l'Aſtre.																	
	40		45		50		55		60		65		70		75		80	
	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'	D.	'
0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
5		7		8		8		9		10		12		15		20		30
10		14		15		16		18		21		25		31		41	1	1
15		21		23		25		28		32		38		47	1	2	1	33
20		28		31		34		39		45		52	1	4	1	24	2	6
25		36		39		43		49		57	1	6	1	22	1	48	2	41
30		45		49		54	1	0	1	10	1	22	1	41	2	14	3	20
35		55		59	1	5	1	13	1	24	1	39	2	3	2	42	4	2
40	1	6	1	11	1	18	1	28	1	40	1	59	2	27	3	14	4	50
41	1	8	1	13	1	21	1	31	1	44	2	3	2	32	3	21	5	0
42	1	10	1	16	1	24	1	34	1	48	2	7	2	37	3	28	5	11
43	1	13	1	19	1	27	1	37	1	52	2	12	2	43	3	36	5	22
44	1	15	1	22	1	30	1	40	1	56	2	17	2	49	3	44	5	33
45	1	18	1	25	1	33	1	44	2	0	2	22	2	55	3	52	5	45
46	1	21	1	28	1	36	1	48	2	4	2	27	3	1	4	0	5	57
47	1	24	1	31	1	39	1	52	2	9	2	32	3	8	4	9	6	10
48	1	27	1	34	1	43	1	56	2	14	2	37	3	15	4	18	6	23
49	1	30	1	37	1	47	2	0	2	19	2	43	3	22	4	27	6	37
50	1	33	1	41	1	51	2	5	2	24	2	49	3	29	4	36	6	52
51	1	36	1	44	1	55	2	9	2	29	2	55	3	37	4	46	7	7
52	1	40	1	48	2	0	2	14	2	35	3	2	3	45	4	57	7	23
53	1	44	1	52	2	4	2	19	2	40	3	9	3	54	5	8	7	40
54	1	48	1	56	2	8	2	24	2	45	3	16	4	3	5	20	7	57
55	1	52	2	1	2	13	2	30	2	51	3	23	4	11	5	32	8	15
56	1	56	2	6	2	18	2	36	2	58	3	31	4	21	5	45	8	34
57	2	0	2	11	2	24	2	42	3	6	3	39	4	31	5	58	8	55
58	2	5	2	16	2	30	2	48	3	13	3	48	4	42	6	12	9	20
59	2	10	2	21	2	36	2	55	3	20	3	57	4	53	6	26		
60	2	16	2	27	2	42	3	2	3	28	4	6	5	4	6	41		
61	2	21	2	33	2	49	3	9	3	36	4	16	5	16	6	58		
62	2	27	2	40	2	56	3	17	3	45	4	27	5	29	7	16		
63	2	34	2	47	3	4	3	26	3	55	4	39	5	43	7	35		
64	2	41	2	54	3	12	3	35	4	6	4	52	5	59	7	56		
65	2	48	3	2	3	20	3	44	4	18	5	5	6	16	8	18		
66	2	56	3	11	3	29	3	54	4	30	5	19	6	34	8	43		
67	3	5	3	21	3	39	4	5	4	43	5	34	6	54	9	9		
68	3	14	3	31	3	50	4	17	4	57	5	50	7	15	9	37		
69	3	24	3	42	4	2	4	31	5	13	6	8	7	37	10	6		
70	3	35	3	53	4	16	4	47	5	30	6	30	8	0	10	37		

TABLE

Des Latitudes croissantes, ou des longueurs qu'on doit donner aux divisions du Méridien dans les Cartes réduites.

(L'usage de cette Table est à la page 328 & suiv.)

'	D.	Lon.	D.	Lon.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.
0	0	0	7	421	14	848	21	1289	28	1751	35	2244	42	2782
10		10		431		859		1300		1762		2256		2795
20		20		441		869		1311		1774		2269		2809
30		30		451		879		1321		1785		2281		2822
40		40		461		890		1332		1797		2293		2836
50		50		471		900		1343		1808		2306		2849
0	1	60	8	482	15	910	22	1354	29	1819	36	2318	43	2863
10		70		492		921		1364		1831		2330		2877
20		80		502		931		1375		1842		2343		2890
30		90		512		941		1386		1854		2355		2904
40		100		522		952		1397		1865		2368		2918
50		110		532		962		1408		1877		2380		2932
0	2	120	9	542	16	973	23	1419	30	1888	37	2393	44	2946
10		130		552		983		1429		1900		2405		2960
20		140		562		993		1440		1911		2418		2974
30		150		573		1004		1451		1923		2430		2988
40		160		583		1014		1462		1935		2443		3002
50		170		593		1025		1473		1946		2456		3016
0	3	180	10	603	17	1035	24	1484	31	1958	38	2468	45	3030
10		190		613		1046		1495		1970		2481		3044
20		200		623		1056		1506		1981		2494		3058
30		210		634		1067		1517		1993		2506		3072
40		220		644		1077		1528		2005		2519		3087
50		230		654		1088		1539		2017		2532		3101
0	4	240	11	664	18	1098	25	1550	32	2028	39	2545	46	3116
10		250		674		1109		1561		2040		2558		3130
20		260		684		1119		1572		2052		2571		3144
30		270		695		1130		1583		2064		2584		3159
40		280		705		1140		1594		2076		2597		3173
50		290		715		1151		1605		2088		2610		3188
0	5	300	12	725	19	1161	26	1616	33	2099	40	2623	47	3203
10		310		735		1172		1628		2111		2636		3217
20		320		746		1183		1639		2123		2649		3232
30		330		756		1193		1650		2135		2662		3247
40		340		766		1204		1661		2147		2675		3262
50		350		776		1214		1672		2159		2688		3276
0	6	360	13	787	20	1225	27	1684	34	2171	41	2702	48	3291
10		370		797		1236		1695		2184		2715		3306
20		380		807		1246		1706		2196		2728		3321
30		390		818		1257		1717		2208		2741		3337
40		400		828		1268		1729		2220		2755		3352
50		410		838		1278		1740		2232		2768		3367

Sui

TABLE

Des Latitudes croiſſantes, ou des longueurs qu'on doit donner aux diviſions du Méridien dans les Cartes réduites.

′	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.	D.	Long.
0	49	3382	56	4074	63	4905	70	5966	77	7467	84	10137
10		3397		4092		4927		5995		7512		10234
20		3412		4110		4949		6025		7557		10334
30		3428		4128		4972		6055		7603		10437
40		3443		4146		4994		6085		7650		10543
50		3459		4164		5017		6115		7697		10652
0	50	3474	57	4183	64	5039	71	6146	78	7745	85	10765
10		3490		4201		5062		6177		7793		10881
20		3506		4219		5085		6208		7842		11002
30		3521		4238		5108		6240		7892		11127
40		3537		4257		5132		6271		7942		11257
50		3553		4275		5155		6303		7994		11392
0	51	3569	58	4294	65	5179	72	6335	79	8046	86	11533
10		3585		4313		5202		6367		8099		11679
20		3601		4332		5226		6400		8152		11832
30		3617		4351		5250		6433		8207		11992
40		3633		4370		5275		6467		8262		12160
50		3649		4389		5299		6500		8318		12334
0	52	3655	59	4409	66	5323	73	6534	80	8375	87	12522
10		3681		4429		5348		6569		8433		12719
20		3698		4448		5373		6603		8492		12927
30		3714		4468		5398		6638		8552		13149
40		3731		4488		5423		6674		8614		13387
50		3747		4507		5448		6710		8676		13641
0	53	3764	60	4527	67	5474	74	6746	81	8739	88	13917
10		3780		4547		5500		6782		8803		14216
20		3797		4568		5526		6819		8869		14543
30		3814		4588		5552		6856		8936		14906
40		3831		4608		5578		6894		9004		15311
50		3848		4629		5604		6932		9074		15770
0	54	3865	61	4649	68	5631	75	6970	82	9145	89	16300
10		3882		4670		5658		7009		9218		16926
20		3899		4691		5685		7048		9292		17694
30		3916		4712		5712		7088		9368		18682
40		3933		4733		5739		7128		9446		20075
50		3950		4754		5767		7169		9525		22458
0	55	3967	62	4775	69	5794	76	7210	83	9606	90	Infini.
10		3985		4796		5822		7251		9689		
20		4003		4818		5851		7293		9774		
30		4021		4839		5879		7336		9861		
40		4038		4861		5908		7379		9951		
50		4056		4883		5937		7423		10043		

Remarques ſur la Table ſuivante.

La Table ſuivante contient les Logarithmes de tous les nombres naturels conſécutifs, depuis 1 juſqu'à 9000 ; & dans un cadre ſéparé les Logarithmes des Sinus, Tangentes, Cotangentes & Coſinus de tous les degrés & minutes du Quart de Cercle.

Les minutes des 45 premiers degrés ſe prennent en deſcendant dans la premiere colonne à gauche en dedans du cadre, & les minutes des 45 derniers degrés ſe prennent en montant dans la derniere colonne à droite.

Les titres qui ſont au haut du cadre ſervent pour les 45 premiers degrés, & les titres qui ſont au bas du cadre ſervent pour les 45 derniers degrés.

Les Logarithmes ſont ici compoſés chacun de ſept chiffres, y compris la caractériſtique. Dans les calculs néceſſaires pour la Navigation, il ſuffit très-ſouvent de n'employer que les cinq premiers ; mais il eſt bon de s'accoutumer à employer toujours les ſix premiers chiffres, en négligeant le dernier, qui n'eſt néceſſaire que dans les Calculs qui demandent une extrême préciſion.

On a ſupprimé dans cette Table, une dixaine à la caractériſtique des Logarithmiques des Tangentes des angles qui paſſent 45 degrés, parce qu'elle eſt inutile dans les calculs.

Voyez à la page 21 de ce Traité l'explication & l'uſage général des Logarithmes.

Voyez à la page 26 les regles de Trigonométrie pour la ſolution des Triangles rectilignes.

Voyez à la page 50 & ſuiv. les regles pour le calcul des Triangles ſphériques.

Voyez à la page 316, la maniere d'employer facilement les Logarithmes des nombres joints à des fractions décimales.

TABLE
DE
LOGARITHMES

Pour les SINUS & TANGENTES de toutes les minutes du Quart de Cercle, & pour tous les nombres naturels depuis 1 jusqu'à 9000.

'	Sinus 0	Tang. 0	Cotang. 0	Cosin. 0	
0	Inf. nég.	Inf. nég.	Inf. posit.	0.000000	60
1	6.463726	6.463726	3.536274	0.000000	59
2	6.764756	6.764756	3.235244	0.000000	58
3	6.940847	6.940847	3.059153	0.000000	57
4	7.065786	7.065786	2.934214	9.999999	56
5	7.162696	7.162696	2.837304	9.999999	55
6	7.241877	7.241878	2.758122	9.999999	54
7	7.308824	7.308825	2.691175	9.999999	53
8	7.366816	7.366817	2.633183	9.999999	52
9	7.417968	7.417970	2.582030	9.999998	51
10	7.463725	7.463727	2.536273	9.999998	50
11	7.505118	7.505120	2.494880	9.999998	49
12	7.542906	7.542909	2.457091	9.999997	48
13	7.577668	7.577672	2.422328	9.999997	47
14	7.609853	7.609857	2.390143	9.999996	46
15	7.639816	7.639820	2.360180	9.999996	45
16	7.667844	7.667849	2.332151	9.999995	44
17	7.694173	7.694179	2.305821	9.999995	43
18	7.718997	7.719003	2.280997	9.999994	42
19	7.742477	7.742484	2.257516	9.999993	41
20	7.764754	7.764761	2.235239	9.999993	40
21	7.785943	7.785951	2.214049	9.999992	39
22	7.806146	7.806155	2.193845	9.999991	38
23	7.825451	7.825460	2.174540	9.999990	37
24	7.843934	7.843944	2.156056	9.999989	36
25	7.861662	7.861674	2.138326	9.999989	35
26	7.878695	7.878708	2.121292	9.999988	34
27	7.895085	7.895099	2.104901	9.999987	33
28	7.910879	7.910894	2.089106	9.999986	32
29	7.926119	7.926134	2.073866	9.999984	31
30	7.940842	7.940858	2.059142	9.999983	30
	Cosin. 89	Cotang. 89	Tang. 89	Sin. 89	'

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
0	Infini nég.	45	1.653213	60	1.778151	75	1.875061
1	0.000000	46	1.662758	61	1.785330	76	1.880814
2	0.301030	47	1.672098	62	1.792392	77	1.886491
3	0.477121	48	1.681241	63	1.799341	78	1.892095
4	0.602060	49	1.690196	64	1.806180	79	1.897627
5	0.698970	50	1.698970	65	1.812913	80	1.903090
6	0.778151	51	1.707570	66	1.819544	81	1.908485
7	0.845098	52	1.716003	67	1.826075	82	1.913814
8	0.903090	53	1.724276	68	1.832509	83	1.919078
9	0.954243	54	1.732394	69	1.838849	84	1.924279
10	1.000000	55	1.740363	70	1.845098	85	1.929419
11	1.041393	56	1.748188	71	1.851258	86	1.934498
12	1.079181	57	1.755875	72	1.857332	87	1.939519
13	1.113943	58	1.763428	73	1.863323	88	1.944483
14	1.146128	59	1.770852	74	1.869232	89	1.949390
15	1.176091						
16	1.204120						
17	1.230449						
18	1.255273						
19	1.278754						
20	1.301030						
21	1.322219						
22	1.342423						
23	1.361728						
24	1.380211						
25	1.397940						
26	1.414973						
27	1.431364						
28	1.447158						
29	1.462398						
30	1.477121						
31	1.491362						
32	1.505150						
33	1.518514						
34	1.531479						
35	1.544068						
36	1.556303						
37	1.568202						
38	1.579784						
39	1.591065						
40	1.602060						
41	1.612784						
42	1.623249						
43	1.633468						
44	1.643453						

′	Sin. 0	Tang. 0	Cotang. 0	Cosin. 0	
30	7.940842	7.940858	2.059142	9.999983	30
31	7.955082	7.955100	2.044900	9.999982	29
32	7.968870	7.968889	2.031111	9.999981	28
33	7.982233	7.982253	2.017747	9.999980	27
34	7.995198	7.995219	2.004781	9.999979	26
35	8.007787	8.007809	1.992191	9.999977	25
36	8.020021	8.020044	1.979956	9.999976	24
37	8.031919	8.031945	1.968055	9.999975	23
38	8.043501	8.043527	1.956473	9.999973	22
39	8.054781	8.054809	1.945191	9.999972	21
40	8.065776	8.065806	1.934194	9.999971	20
41	8.076500	8.076531	1.923469	9.999969	19
42	8.086965	8.086997	1.913003	9.999968	18
43	8.097183	8.097217	1.902783	9.999966	17
44	8.107167	8.107203	1.892797	9.999964	16
45	8.116926	8.116963	1.883037	9.999963	15
46	8.126471	8.126510	1.873490	9.999961	14
47	8.135810	8.135851	1.864149	9.999959	13
48	8.144953	8.144996	1.855004	9.999958	12
49	8.153907	8.153952	1.846048	9.999956	11
50	8.162681	8.162727	1.837273	9.999954	10
51	8.171280	8.171328	1.828672	9.999952	9
52	8.179713	8.179763	1.820237	9.999950	8
53	8.187985	8.188036	1.811964	9.999948	7
54	8.196102	8.196156	1.803844	9.999946	6
55	8.204070	8.204126	1.795874	9.999944	5
56	8.211895	8.211953	1.788047	9.999942	4
57	8.219581	8.219641	1.780359	9.999940	3
58	8.227133	8.227195	1.772805	9.999938	2
59	8.234557	8.234621	1.765379	9.999936	1
60	8.241855	8.241921	1.758079	9.999934	0
	Cosin. 89	Cotang. 89	Tang. 89	Sin. 89	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
90	1.954243	135	2.130334	150	2.176091	165	2.217484
91	1.959041	136	2.133539	151	2.178977	166	2.220108
92	1.963788	137	2.136721	152	2.181844	167	2.222716
93	1.968483	138	2.139879	153	2.184691	168	2.225309
94	1.973128	139	2.143015	154	2.187521	169	2.227887
95	1.977724	140	2.146128	155	2.190332	170	2.230449
96	1.982271	141	2.149219	156	2.193125	171	2.232996
97	1.986772	142	2.152288	157	2.195900	172	2.235528
98	1.991226	143	2.155336	158	2.198657	173	2.238046
99	1.995635	144	2.158362	159	2.201397	174	2.240549
100	2.000000	145	2.161368	160	2.204120	175	2.243038
101	2.004321	146	2.164353	161	2.206826	176	2.245513
102	2.008600	147	2.167317	162	2.209515	177	2.247973
103	2.012837	148	2.170262	163	2.212188	178	2.250420
104	2.017033	149	2.173186	164	2.214844	179	2.252853
105	2.021189						
106	2.025306						
107	2.029384						
108	2.033424						
109	2.037426						
110	2.041393						
111	2.045323						
112	2.049218						
113	2.053078						
114	2.056905						
115	2.060698						
116	2.064458						
117	2.068186						
118	2.071882						
119	2.075547						
120	2.079181						
121	2.082785						
122	2.086360						
123	2.089905						
124	2.093422						
125	2.096910						
126	2.100371						
127	2.103804						
128	2.107210						
129	2.110590						
130	2.113943						
131	2.117271						
132	2.120574						
133	2.123852						
134	2.127105						

′	Sin. 1	Tang. 1	Cotang. 1	Cosin. 1	
0	8.241855	8.241921	1.758079	9.999934	60
1	8.249033	8.249102	1.750898	9.999932	59
2	8.256094	8.256165	1.743835	9.999929	58
3	8.263042	8.263115	1.736885	9.999927	57
4	8.269881	8.269956	1.730044	9.999925	56
5	8.276614	8.276691	1.723309	9.999922	55
6	8.283243	8.283323	1.716677	9.999920	54
7	8.289773	8.289856	1.710144	9.999918	53
8	8.296207	8.296292	1.703708	9.999915	52
9	8.302546	8.302634	1.697366	9.999913	51
10	8.308794	8.308884	1.691116	9.999910	50
11	8.314954	8.315046	1.684954	9.999907	49
12	8.321027	8.321122	1.678878	9.999905	48
13	8.327016	8.327114	1.672886	9.999902	47
14	8.332924	8.333025	1.666975	9.999899	46
15	8.338753	8.338856	1.661144	9.999897	45
16	8.344504	8.344610	1.655390	9.999894	44
17	8.350181	8.350289	1.649711	9.999891	43
18	8.355783	8.355895	1.644105	9.999888	42
19	8.361315	8.361430	1.638570	9.999885	41
20	8.366777	8.366895	1.633105	9.999882	40
21	8.372171	8.372292	1.627708	9.999879	39
22	8.377499	8.377622	1.622378	9.999876	38
23	8.382762	8.382889	1.617111	9.999873	37
24	8.387962	8.388092	1.611908	9.999870	36
25	8.393101	8.393234	1.606766	9.999867	35
26	8.398179	8.398315	1.601685	9.999864	34
27	8.403199	8.403338	1.596662	9.999861	33
28	8.408161	8.408304	1.591696	9.999858	32
29	8.413068	8.413213	1.586787	9.999854	31
30	8.417919	8.418068	1.581932	9.999851	30
	Cosin. 88	Cotang. 88	Tang. 88	Sin. 88	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	*Logarith.*
180	2.255273
181	2.257679
182	2.260071
183	2.262451
184	2.264818
185	2.267172
186	2.269513
187	2.271842
188	2.274158
189	2.276462
190	2.278754
191	2.281033
192	2.283301
193	2.285557
194	2.287802
195	2.290035
196	2.292256
197	2.294466
198	2.296665
199	2.298853
200	2.301030
201	2.303196
202	2.305351
203	2.307496
204	2.309630
205	2.311754
206	2.313867
207	2.315970
208	2.318063
209	2.320146
210	2.322219
211	2.324282
212	2.326336
213	2.328380
214	2.330414
215	2.332438
216	2.334454
217	2.336460
218	2.338456
219	2.340444
220	2.342423
221	2.344392
222	2.346353
223	2.348305
224	2.350248

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
225	2.352183	240	2.380211	255	2.406540
226	2.354108	241	2.382017	256	2.408240
227	2.356026	242	2.383815	257	2.409933
228	2.357935	243	2.385606	258	2.411620
229	2.359835	244	2.387390	259	2.413300
230	2.361728	245	2.389166	260	2.414973
231	2.363612	246	2.390935	261	2.416641
232	2.365488	247	2.392697	262	2.418301
233	2.367356	248	2.394452	263	2.419956
234	2.369216	249	2.396199	264	2.421604
235	2.371068	250	2.397940	265	2.423246
236	2.372912	251	2.399674	266	2.424882
237	2.374748	252	2.401400	267	2.426511
238	2.376577	253	2.403121	268	2.428135
239	2.378398	254	2.404834	269	2.429752

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
270	2.431364
271	2.432969
272	2.434569
273	2.436163
274	2.437751
275	2.439333
276	2.440909
277	2.442480
278	2.444045
279	2.445604
280	2.447158
281	2.448706
282	2.450249
283	2.451786
284	2.453318
285	2.454845
286	2.456366
287	2.457882
288	2.459392
289	2.460898
290	2.462398
291	2.463893
292	2.465383
293	2.466868
294	2.468347
295	2.469822
296	2.471292
297	2.472756
298	2.474216
299	2.475671
300	2.477121
301	2.478566
302	2.480007
303	2.481443
304	2.482874
305	2.484300
306	2.485721
307	2.487138
308	2.488551
309	2.489958
310	2.491362
311	2.492760
312	2.494155
313	2.495544
314	2.496930

′	*Sin.* 1	*Tang.* 1	*Cotang.* 1	*Cosin.* 1	
30	8.417919	8.418068	1.581932	9.999851	30
31	8.422717	8.422869	1.577131	9.999848	29
32	8.427462	8.427618	1.572382	9.999844	28
33	8.432156	8.432315	1.567685	9.999841	27
34	8.436800	8.436962	1.563038	9.999838	26
35	8.441394	8.441560	1.558440	9.999834	25
36	8.445941	8.446110	1.553890	9.999831	24
37	8.450440	8.450613	1.549387	9.999827	23
38	8.454893	8.455070	1.544930	9.999824	22
39	8.459301	8.459481	1.540519	9.999820	21
40	8.463665	8.463849	1.536151	9.999816	20
41	8.467985	8.468172	1.531828	9.999813	19
42	8.472263	8.472454	1.527546	9.999809	18
43	8.476498	8.476693	1.523307	9.999805	17
44	8.480693	8.480892	1.519108	9.999801	16
45	8.484848	8.485050	1.514950	9.999797	15
46	8.488963	8.489170	1.510830	9.999794	14
47	8.493040	8.493250	1.506750	9.999790	13
48	8.497078	8.497293	1.502707	9.999786	12
49	8.501080	8.501298	1.498702	9.999782	11
50	8.505045	8.505267	1.494733	9.999778	10
51	8.508974	8.509200	1.490800	9.999774	9
52	8.512867	8.513098	1.486902	9.999769	8
53	8.516726	8.516961	1.483039	9.999765	7
54	8.520551	8.520790	1.479210	9.999761	6
55	8.524343	8.524586	1.475414	9.999757	5
56	8.528102	8.528349	1.471651	9.999753	4
57	8.531828	8.532080	1.467920	9.999748	3
58	8.535523	8.535779	1.464221	9.999744	2
59	8.539186	8.539447	1.460553	9.999740	1
60	8.542819	8.543084	1.456916	9.999735	0
	Cosin. 88	*Cotang.* 88	*Tang.* 88	*Sin.* 88	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
315	2.498311	330	2.518514	345	2.537819
316	2.499687	331	2.519828	346	2.539076
317	2.501059	332	2.521138	347	2.540329
318	2.502427	333	2.522444	348	2.541579
319	2.503791	334	2.523746	349	2.542825
320	2.505150	335	2.525045	350	2.544068
321	2.506505	336	2.526339	351	2.545307
322	2.507856	337	2.527630	352	2.546543
323	2.509203	338	2.528917	353	2.547775
324	2.510545	339	2.530200	354	2.549003
325	2.511883	340	2.531479	355	2.550228
326	2.513218	341	2.532754	356	2.551450
327	2.514548	342	2.534026	357	2.552668
328	2.515874	343	2.535294	358	2.553883
329	2.517196	344	2.536558	359	2.555094

′	Sin. 2	Tang. 2	Cotang. 2	Cosin. 2	
0	8.542819	8.543084	1.456916	9.999735	60
1	8.546422	8.546691	1.453309	9.999731	59
2	8.549995	8.550268	1.449732	9.999726	58
3	8.553539	8.553817	1.446183	9.999722	57
4	8.557054	8.557336	1.442664	9.999717	56
5	8.560540	8.560828	1.439172	9.999713	55
6	8.563999	8.564291	1.435709	9.999708	54
7	8.567431	8.567727	1.432273	9.999704	53
8	8.570836	8.571137	1.428863	9.999699	52
9	8.574214	8.574520	1.425480	9.999694	51
10	8.577566	8.577877	1.422123	9.999689	50
11	8.580892	8.581208	1.418792	9.999685	49
12	8.584193	8.584514	1.415486	9.999680	48
13	8.587469	8.587795	1.412205	9.999675	47
14	8.590721	8.591051	1.408949	9.999670	46
15	8.593948	8.594283	1.405717	9.999665	45
16	8.597152	8.597492	1.402508	9.999660	44
17	8.600332	8.600677	1.399323	9.999655	43
18	8.603489	8.603839	1.396161	9.999650	42
19	8.606623	8.606978	1.393022	9.999645	41
20	8.609734	8.610094	1.389906	9.999640	40
21	8.612823	8.613189	1.386811	9.999635	39
22	8.615891	8.616262	1.383738	9.999629	38
23	8.618937	8.619313	1.380687	9.999624	37
24	8.621962	8.622343	1.377657	9.999619	36
25	8.624965	8.625352	1.374648	9.999614	35
26	8.627948	8.628340	1.371660	9.999608	34
27	8.630911	8.631308	1.368692	9.999603	33
28	8.633854	8.634256	1.365744	9.999597	32
29	8.636776	8.637184	1.362816	9.999592	31
30	8.639680	8.640093	1.359907	9.999586	30
	Cosin. 87	Cotang. 87	Tang. 87	Sin. 87	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
360	2.556303
361	2.557507
362	2.558709
363	2.559907
364	2.561101
365	2.562293
366	2.563481
367	2.564666
368	2.565848
369	2.567026
370	2.568202
371	2.569374
372	2.570543
373	2.571709
374	2.572872
375	2.574031
376	2.575188
377	2.576341
378	2.577492
379	2.578639
380	2.579784
381	2.580925
382	2.582063
383	2.583199
384	2.584331
385	2.585461
386	2.586587
387	2.587711
388	2.588832
389	2.589950
390	2.591065
391	2.592177
392	2.593286
393	2.594393
394	2.595496
395	2.596597
396	2.597695
397	2.598791
398	2.599883
399	2.600973
400	2.602060
401	2.603144
402	2.604226
403	2.605305
404	2.606381

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
405	2.607455	420	2.623249	435	2.638489
406	2.608526	421	2.624282	436	2.639486
407	2.609594	422	2.625312	437	2.640481
408	2.610660	423	2.626340	438	2.641474
409	2.611723	424	2.627366	439	2.642465
410	2.612784	425	2.628389	440	2.643453
411	2.613842	426	2.629410	441	2.644439
412	2.614897	427	2.630428	442	2.645422
413	2.615950	428	2.631444	443	2.646404
414	2.617000	429	2.632457	444	2.647383
415	2.618048	430	2.633468	445	2.648360
416	2.619093	431	2.634477	446	2.649335
417	2.620136	432	2.635484	447	2.650307
418	2.621176	433	2.636488	448	2.651278
419	2.622214	434	2.637490	449	2.652246

′	Sin. 2	Tang. 2	Cotang. 2	Cofin. 2	
30	8.639680	8.640093	1.359907	9.999586	30
31	8.642563	8.642982	1.357018	9.999581	29
32	8.645428	8.645853	1.354147	9.999575	28
33	8.648274	8.648704	1.351296	9.999570	27
34	8.651102	8.651537	1.348463	9.999564	26
35	8.653911	8.654352	1.345648	9.999558	25
36	8.656702	8.657149	1.342851	9.999553	24
37	8.659475	8.659928	1.340072	9.999547	23
38	8.662230	8.662689	1.337311	9.999541	22
39	8.664968	8.665433	1.334567	9.999535	21
40	8.667689	8.668160	1.331840	9.999529	20
41	8.670393	8.670870	1.329130	9.999524	19
42	8.673080	8.673563	1.326437	9.999518	18
43	8.675751	8.676239	1.323761	9.999512	17
44	8.678405	8.678900	1.321100	9.999506	16
45	8.681043	8.681544	1.318456	9.999500	15
46	8.683665	8.684172	1.315828	9.999493	14
47	8.686272	8.686784	1.313216	9.999487	13
48	8.688863	8.689381	1.310619	9.999481	12
49	8.691438	8.691963	1.308037	9.999475	11
50	8.693998	8.694529	1.305471	9.999469	10
51	8.696543	8.697081	1.302919	9.999463	9
52	8.699073	8.699617	1.300383	9.999456	8
53	8.701589	8.702139	1.297861	9.999450	7
54	8.704090	8.704646	1.295354	9.999443	6
55	8.706577	8.707140	1.292860	9.999437	5
56	8.709049	8.709618	1.290382	9.999431	4
57	8.711507	8.712083	1.287917	9.999424	3
58	8.713952	8.714534	1.285465	9.999418	2
59	8.716383	8.716972	1.283028	9.999411	1
60	8.718800	8.719396	1.280604	9.999404	0
	Cofin. 87	Cotang. 87	Tang. 87	Sin. 87	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
450	2.653212	495	2.694605	510	2.707570	525	2.720159
451	2.654176	496	2.695482	511	2.708421	526	2.720986
452	2.655138	497	2.696356	512	2.709270	527	2.721811
453	2.656098	498	2.697229	513	2.710117	528	2.722634
454	2.657056	499	2.698101	514	2.710963	529	2.723456
455	2.658011	500	2.698970	515	2.711807	530	2.724276
456	2.658965	501	2.699838	516	2.712650	531	2.725094
457	2.659916	502	2.700704	517	2.713491	532	2.725912
458	2.660865	503	2.701568	518	2.714330	533	2.726727
459	2.661813	504	2.702431	519	2.715167	534	2.727541
460	2.662758	505	2.703291	520	2.716003	535	2.728354
461	2.663701	506	2.704151	521	2.716838	536	2.729165
462	2.664642	507	2.705008	522	2.717671	537	2.729974
463	2.665581	508	2.705864	523	2.718502	538	2.730782
464	2.666518	509	2.706718	524	2.719331	539	2.731589
465	2.667453						
466	2.668386						
467	2.669317						
468	2.670246						
469	2.671173						
470	2.672098						
471	2.673021						
472	2.673942						
473	2.674861						
474	2.675778						
475	2.676694						
476	2.677607						
477	2.678518						
478	2.679428						
479	2.680336						
480	2.681241						
481	2.682145						
482	2.683047						
483	2.683947						
484	2.684845						
485	2.685742						
486	2.686636						
487	2.687529						
488	2.688420						
489	2.689309						
490	2.690196						
491	2.691081						
492	2.691965						
493	2.692847						
494	2.693727						

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
540	2.732394
541	2.733197
542	2.733999
543	2.734800
544	2.735599
545	2.736397
546	2.737193
547	2.737987
548	2.738781
549	2.739572
550	2.740363
551	2.741152
552	2.741939
553	2.742725
554	2.743510
555	2.744293
556	2.745075
557	2.745855
558	2.746634
559	2.747412
560	2.748188
561	2.748963
562	2.749736
563	2.750508
564	2.751279
565	2.752048
566	2.752816
567	2.753583
568	2.754348
569	2.755112
570	2.755875
571	2.756636
572	2.757396
573	2.758155
574	2.758912
575	2.759668
576	2.760422
577	2.761176
578	2.761928
579	2.762679
580	2.763428
581	2.764176
582	2.764923
583	2.765669
584	2.766413

'	Sin. 3	Tang. 3	Cotang. 3	Cosin. 3	
0	8.718800	8.719396	1.280604	9.999404	60
1	8.721204	8.721806	1.278194	9.999398	59
2	8.723595	8.724204	1.275796	9.999391	58
3	8.725972	8.726588	1.273412	9.999384	57
4	8.728337	8.728959	1.271041	9.999378	56
5	8.730688	8.731317	1.268683	9.999371	55
6	8.733027	8.733663	1.266337	9.999364	54
7	8.735354	8.735996	1.264004	9.999357	53
8	8.737667	8.738317	1.261683	9.999350	52
9	8.739969	8.740626	1.259374	9.999343	51
10	8.742259	8.742922	1.257078	9.999336	50
11	8.744536	8.745207	1.254793	9.999329	49
12	8.746802	8.747479	1.252521	9.999322	48
13	8.749055	8.749740	1.250260	9.999315	47
14	8.751297	8.751989	1.248011	9.999308	46
15	8.753528	8.754227	1.245773	9.999301	45
16	8.755747	8.756453	1.243547	9.999294	44
17	8.757955	8.758668	1.241332	9.999287	43
18	8.760151	8.760872	1.239128	9.999279	42
19	8.762337	8.763065	1.236935	9.999272	41
20	8.764511	8.765246	1.234754	9.999265	40
21	8.766675	8.767417	1.232583	9.999257	39
22	8.768828	8.769578	1.230422	9.999250	38
23	8.770970	8.771727	1.228273	9.999242	37
24	8.773101	8.773866	1.226134	9.999235	36
25	8.775223	8.775995	1.224005	9.999227	35
26	8.777333	8.778114	1.221886	9.999220	34
27	8.779434	8.780222	1.219778	9.999212	33
28	8.781524	8.782320	1.217680	9.999205	32
29	8.783605	8.784408	1.215592	9.999197	31
30	8.785675	8.786486	1.213514	9.999189	30
	Cosin. 86	Cotang. 86	Tang. 86	Sin. 86	'

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
585	2.767156	600	2.778151	615	2.788875
586	2.767898	601	2.778874	616	2.789581
587	2.768638	602	2.779596	617	2.790285
588	2.769377	603	2.780317	618	2.790988
589	2.770115	604	2.781037	619	2.791691
590	2.770852	605	2.781755	620	2.792392
591	2.771587	606	2.782473	621	2.793092
592	2.772322	607	2.783189	622	2.793790
593	2.773055	608	2.783904	623	2.794488
594	2.773786	609	2.784617	624	2.795185
595	2.774517	610	2.785330	625	2.795880
596	2.775246	611	2.786041	626	2.796574
597	2.775974	612	2.786751	627	2.797268
598	2.776701	613	2.787460	628	2.797960
599	2.777427	614	2.788168	629	2.798651

′	Sin. 3	Tang. 3	Cotang. 3	Cosin. 3	
30	8.785675	8.786486	1.213514	9.999189	30
31	8.787736	8.788554	1.211446	9.999181	29
32	8.789787	8.790613	1.209387	9.999174	28
33	8.791828	8.792662	1.207338	9.999166	27
34	8.793859	8.794701	1.205299	9.999158	26
35	8.795881	8.796731	1.203269	9.999150	25
36	8.797894	8.798752	1.201248	9.999142	24
37	8.799897	8.800763	1.199237	9.999134	23
38	8.801892	8.802765	1.197235	9.999126	22
39	8.803876	8.804758	1.195242	9.999118	21
40	8.805852	8.806742	1.193258	9.999110	20
41	8.807819	8.808717	1.191283	9.999102	19
42	8.809777	8.810683	1.189317	9.999094	18
43	8.811726	8.812641	1.187359	9.999086	17
44	8.813667	8.814589	1.185411	9.999077	16
45	8.815599	8.816529	1.183471	9.999069	15
46	8.817522	8.818461	1.181539	9.999061	14
47	8.819436	8.820384	1.179616	9.999053	13
48	8.821343	8.822298	1.177702	9.999044	12
49	8.823240	8.824205	1.175795	9.999036	11
50	8.825130	8.826103	1.173897	9.999027	10
51	8.827011	8.827992	1.172008	9.999019	9
52	8.828884	8.829874	1.170126	9.999010	8
53	8.830749	8.831748	1.168252	9.999002	7
54	8.832607	8.833613	1.166387	9.998993	6
55	8.834456	8.835471	1.164529	9.998984	5
56	8.836297	8.837321	1.162679	9.998976	4
57	8.838130	8.839163	1.160837	9.998967	3
58	8.839956	8.840998	1.159002	9.998958	2
59	8.841774	8.842825	1.157175	9.998950	1
60	8.843585	8.844644	1.155356	9.998941	0
	Cosin. 86	Cotang.86	Tang. 86	Sin. 86	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
630	2.799341
631	2.800029
632	2.800717
633	2.801404
634	2.802089
635	2.802774
636	2.803457
637	2.804139
638	2.804821
639	2.805501
640	2.806180
641	2.806858
642	2.807535
643	2.808211
644	2.808886
645	2.809560
646	2.810232
647	2.810904
648	2.811575
649	2.812245
650	2.812913
651	2.813581
652	2.814248
653	2.814913
654	2.815578
655	2.816241
656	2.816904
657	2.817565
658	2.818226
659	2.818885
660	2.819544
661	2.820201
662	2.820858
663	2.821514
664	2.822168
665	2.822822
666	2.823474
667	2.824126
668	2.824776
669	2.825426
670	2.826075
671	2.826723
672	2.827369
673	2.828015
674	2.828660

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
675	2.829304	690	2.838849	705	2.848189
676	2.829947	691	2.839478	706	2.848805
677	2.830589	692	2.840106	707	2.849419
678	2.831230	693	2.840733	708	2.850033
679	2.831870	694	2.841359	709	2.850646
680	2.832509	695	2.841985	710	2.851258
681	2.833147	696	2.842609	711	2.851870
682	2.833784	697	2.843233	712	2.852480
683	2.834421	698	2.843855	713	2.853090
684	2.835056	699	2.844477	714	2.853698
685	2.835691	700	2.845098	715	2.854306
686	2.836324	701	2.845718	716	2.854913
687	2.836957	702	2.846337	717	2.855519
688	2.837588	703	2.846955	718	2.856124
689	2.838219	704	2.847573	719	2.856729

′	Sin. 4	Tang. 4	Cotang. 4	Cosin. 4	
0	8.843585	8.844644	1.155356	9.998941	60
1	8.845387	8.846455	1.153545	9.998932	59
2	8.847183	8.848260	1.151740	9.998923	58
3	8.848971	8.850057	1.149943	9.998914	57
4	8.850751	8.851846	1.148154	9.998905	56
5	8.852525	8.853628	1.146372	9.998896	55
6	8.854291	8.855403	1.144597	9.998887	54
7	8.856049	8.857171	1.142829	9.998878	53
8	8.857801	8.858932	1.141068	9.998869	52
9	8.859546	8.860686	1.139314	9.998860	51
10	8.861283	8.862433	1.137567	9.998851	50
11	8.863014	8.864173	1.135827	9.998841	49
12	8.864738	8.865906	1.134094	9.998832	48
13	8.866455	8.867632	1.132368	9.998823	47
14	8.868165	8.869351	1.130649	9.998813	46
15	8.869868	8.871064	1.128936	9.998804	45
16	8.871565	8.872770	1.127230	9.998795	44
17	8.873255	8.874469	1.125531	9.998785	43
18	8.874938	8.876162	1.123838	9.998776	42
19	8.876615	8.877849	1.122151	9.998766	41
20	8.878285	8.879529	1.120471	9.998757	40
21	8.879949	8.881202	1.118798	9.998747	39
22	8.881607	8.882869	1.117131	9.998738	38
23	8.883258	8.884530	1.115470	9.998728	37
24	8.884903	8.886185	1.113815	9.998718	36
25	8.886542	8.887833	1.112167	9.998708	35
26	8.888174	8.889476	1.110524	9.998699	34
27	8.889801	8.891112	1.108888	9.998689	33
28	8.891421	8.892742	1.107258	9.998679	32
29	8.893035	8.894366	1.105634	9.998669	31
30	8.894643	8.895984	1.104016	9.998659	30
	Cosin. 85	Cotang. 85	Tang. 85	Sin. 85	

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
720	2.857332
721	2.857935
722	2.858537
723	2.859138
724	2.859739
725	2.860338
726	2.860937
727	2.861534
728	2.862131
729	2.862728
730	2.863323
731	2.863917
732	2.864511
733	2.865104
734	2.865696
735	2.866287
736	2.866878
737	2.867467
738	2.868056
739	2.868644
740	2.869232
741	2.869818
742	2.870404
743	2.870989
744	2.871573
745	2.872156
746	2.872739
747	2.873321
748	2.873902
749	2.874482
750	2.875061
751	2.875640
752	2.876218
753	2.876795
754	2.877371
755	2.877947
756	2.878522
757	2.879096
758	2.879669
759	2.880242
760	2.880814
761	2.881385
762	2.881955
763	2.882525
764	2.883093

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
765	2.883661	780	2.892095	795	2.900367
766	2.884229	781	2.892651	796	2.900913
767	2.884795	782	2.893207	797	2.901458
768	2.885361	783	2.893762	798	2.902003
769	2.885926	784	2.894316	799	2.902547
770	2.886491	785	2.894870	800	2.903090
771	2.887054	786	2.895423	801	2.903633
772	2.887617	787	2.895975	802	2.904174
773	2.888179	788	2.896526	803	2.904716
774	2.888741	789	2.897077	804	2.905256
775	2.889302	790	2.897627	805	2.905796
776	2.889862	791	2.898176	806	2.906335
777	2.890421	792	2.898725	807	2.906874
778	2.890980	793	2.899273	808	2.907411
779	2.891537	794	2.899821	809	2.907949

′	Sin. 4	Tang. 4	Cotang. 4	Cosin. 4	
30	8.894643	8.895984	1.104016	9.998659	30
31	8.896246	8.897596	1.102404	9.998649	29
32	8.897842	8.899203	1.100797	9.998639	28
33	8.899432	8.900803	1.099197	9.998629	27
34	8.901017	8.902398	1.097602	9.998619	26
35	8.902596	8.903987	1.096013	9.998609	25
36	8.904169	8.905570	1.094430	9.998599	24
37	8.905736	8.907147	1.092853	9.998589	23
38	8.907297	8.908719	1.091281	9.998578	22
39	8.908853	8.910285	1.089715	9.998568	21
40	8.910404	8.911846	1.088154	9.998558	20
41	8.911949	8.913401	1.086599	9.998548	19
42	8.913488	8.914951	1.085049	9.998537	18
43	8.915022	8.916495	1.083505	9.998527	17
44	8.916550	8.918034	1.081966	9.998516	16
45	8.918073	8.919568	1.080432	9.998506	15
46	8.919591	8.921096	1.078904	9.998495	14
47	8.921103	8.922619	1.077381	9.998485	13
48	8.922610	8.924136	1.075864	9.998474	12
49	8.924112	8.925649	1.074351	9.998464	11
50	8.925609	8.927156	1.072844	9.998453	10
51	8.927100	8.928658	1.071342	9.998442	9
52	8.928587	8.930155	1.069845	9.998431	8
53	8.930068	8.931647	1.068353	9.998421	7
54	8.931544	8.933134	1.066866	9.998410	6
55	8.933015	8.934616	1.065384	9.998399	5
56	8.934481	8.936093	1.063907	9.998388	4
57	8.935942	8.937565	1.062435	9.998377	3
58	8.937398	8.939032	1.060968	9.998366	2
59	8.938850	8.940494	1.059506	9.998355	1
60	8.940296	8.941952	1.058048	9.998344	0
	Cosin. 85	Cotang. 85	Tang. 85	Sin. 85	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
810	2.908485						
811	2.909021						
812	2.909556						
813	2.910091						
814	2.910624						
815	2.911158						
816	2.911690						
817	2.912222						
818	2.912753						
819	2.913284						
820	2.913814						
821	2.914343						
822	2.914872						
823	2.915400						
824	2.915927						
825	2.916454						
826	2.916980						
827	2.917506						
828	2.918030						
829	2.918555						
830	2.919078						
831	2.919601						
832	2.920123						
833	2.920645						
834	2.921166						
835	2.921686						
836	2.922206						
837	2.922725						
838	2.923244						
839	2.923762						
840	2.924279	855	2.931966	870	2.939519	885	2.946943
841	2.924796	856	2.932474	871	2.940018	886	2.947434
842	2.925312	857	2.932981	872	2.940516	887	2.947924
843	2.925828	858	2.933487	873	2.941014	888	2.948413
844	2.926342	859	2.933993	874	2.941511	889	2.948902
845	2.926857	860	2.934498	875	2.942008	890	2.949390
846	2.927370	861	2.935003	876	2.942504	891	2.949878
847	2.927883	862	2.935507	877	2.943000	892	2.950365
848	2.928396	863	2.936011	878	2.943495	893	2.950851
849	2.928908	864	2.936514	879	2.943989	894	2.951338
850	2.929419	865	2.937016	880	2.944483	895	2.951823
851	2.929930	866	2.937518	881	2.944976	896	2.952308
852	2.930440	867	2.938019	882	2.945469	897	2.952792
853	2.930949	868	2.938520	883	2.945961	898	2.953276
854	2.931458	869	2.939020	884	2.946452	899	2.953760

′	Sin. 5	Tang. 5	Cotang. 5	Cosin. 5	
0	8.940296	8.941952	1.058048	9.998344	60
1	8.941738	8.943404	1.056596	9.998333	59
2	8.943174	8.944852	1.055148	9.998322	58
3	8.944606	8.946295	1.053705	9.998311	57
4	8.946034	8.947734	1.052266	9.998300	56
5	8.947456	8.949168	1.050832	9.998289	55
6	8.948874	8.950597	1.049403	9.998277	54
7	8.950287	8.952021	1.047979	9.998266	53
8	8.951696	8.953441	1.046559	9.998255	52
9	8.953100	8.954856	1.045144	9.998243	51
10	8.954499	8.956267	1.043733	9.998232	50
11	8.955894	8.957674	1.042326	9.998220	49
12	8.957284	8.959075	1.040925	9.998209	48
13	8.958670	8.960473	1.039527	9.998197	47
14	8.960052	8.961866	1.038134	9.998186	46
15	8.961429	8.963255	1.036745	9.998174	45
16	8.962801	8.964639	1.035361	9.998163	44
17	8.964170	8.966019	1.033981	9.998151	43
18	8.965534	8.967394	1.032606	9.998139	42
19	8.966893	8.968766	1.031234	9.998128	41
20	8.968249	8.970133	1.029867	9.998116	40
21	8.969600	8.971496	1.028504	9.998104	39
22	8.970947	8.972855	1.027145	9.998092	38
23	8.972289	8.974209	1.025791	9.998080	37
24	8.973628	8.975560	1.024440	9.998068	36
25	8.974962	8.976906	1.023094	9.998056	35
26	8.976293	8.978248	1.021752	9.998044	34
27	8.977619	8.979586	1.020414	9.998032	33
28	8.978941	8.980921	1.019079	9.998020	32
29	8.980259	8.982251	1.017749	9.998008	31
30	8.981573	8.983577	1.016423	9.997996	30
	Cosin. 84	Cotang. 84	Tang. 84	Sin. 84	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
900	2.954243
901	2.954725
902	2.955207
903	2.955688
904	2.956168
905	2.956649
906	2.957128
907	2.957607
908	2.958086
909	2.958564
910	2.959041
911	2.959518
912	2.959995
913	2.960471
914	2.960946
915	2.961421
916	2.961895
917	2.962369
918	2.962843
919	2.963316
920	2.963788
921	2.964260
922	2.964731
923	2.965202
924	2.965672
925	2.966142
926	2.966611
927	2.967080
928	2.967548
929	2.968016
930	2.968483
931	2.968950
932	2.969416
933	2.969882
934	2.970347
935	2.970812
936	2.971276
937	2.971740
938	2.972203
939	2.972666
940	2.973128
941	2.973590
942	2.974051
943	2.974512
944	2.974972

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
945	2.975432	960	2.982271	975	2.989005
946	2.975891	961	2.982723	976	2.989450
947	2.976350	962	2.983175	977	2.989895
948	2.976808	963	2.983626	978	2.990339
949	2.977266	964	2.984077	979	2.990783
950	2.977724	965	2.984527	980	2.991226
951	2.978181	966	2.984977	981	2.991669
952	2.978637	967	2.985426	982	2.992111
953	2.979093	968	2.985875	983	2.992554
954	2.979548	969	2.986324	984	2.992995
955	2.980003	970	2.986772	985	2.993436
956	2.980458	971	2.987219	986	2.993877
957	2.980912	972	2.987666	987	2.994317
958	2.981366	973	2.988113	988	2.994757
959	2.981819	974	2.988559	989	2.995196

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
990	2.995635
991	2.996074
992	2.996512
993	2.996949
994	2.997386
995	2.997823
996	2.998259
997	2.998695
998	2.999131
999	2.999565
1000	3.000000
1001	3.000434
1002	3.000868
1003	3.001301
1004	3.001734
1005	3.002166
1006	3.002598
1007	3.003029
1008	3.003461
1009	3.003891
1010	3.004321
1011	3.004751
1012	3.005181
1013	3.005609
1014	3.006038
1015	3.006466
1016	3.006894
1017	3.007321
1018	3.007748
1019	3.008174
1020	3.008600
1021	3.009026
1022	3.009451
1023	3.009876
1024	3.010300
1025	3.010724
1026	3.011147
1027	3.011570
1028	3.011993
1029	3.012415
1030	3.012837
1031	3.013259
1032	3.013680
1033	3.014100
1034	3.014521

'	*Sin.* 5	*Tang.* 5	*Cotang.* 5	*Cosin.* 5	
30	8.981573	8.983577	1.016423	9.997996	30
31	8.982883	8.984899	1.015101	9.997984	29
32	8.984189	8.986217	1.013783	9.997972	28
33	8.985491	8.987532	1.012468	9.997959	27
34	8.986789	8.988842	1.011158	9.997947	26
35	8.988083	8.990149	1.009851	9.997935	25
36	8.989374	8.991451	1.008549	9.997922	24
37	8.990660	8.992750	1.007250	9.997910	23
38	8.991943	8.994045	1.005955	9.997897	22
39	8.993222	8.995337	1.004663	9.997885	21
40	8.994497	8.996624	1.003376	9.997872	20
41	8.995768	8.997908	1.002092	9.997860	19
42	8.997036	8.999188	1.000812	9.997847	18
43	8.998299	9.000465	0.999535	9.997835	17
44	8.999560	9.001738	0.998262	9.997822	16
45	9.000816	9.003007	0.996993	9.997809	15
46	9.002069	9.004272	0.995728	9.997797	14
47	9.003318	9.005534	0.994466	9.997784	13
48	9.004563	9.006792	0.993208	9.997771	12
49	9.005805	9.008047	0.991953	9.997758	11
50	9.007044	9.009298	0.990702	9.997745	10
51	9.008278	9.010546	0.989454	9.997732	9
52	9.009510	9.011790	0.988210	9.997719	8
53	9.010737	9.013031	0.986969	9.997706	7
54	9.011962	9.014268	0.985732	9.997693	6
55	9.013182	9.015502	0.984498	9.997680	5
56	9.014400	9.016732	0.983268	9.997667	4
57	9.015613	9.017959	0.982041	9.997654	3
58	9.016824	9.019183	0.980817	9.997641	2
59	9.018031	9.020403	0.979597	9.997628	1
60	9.019235	9.021620	0.978380	9.997614	0
	Cosin. 84	*Cotang.* 84	*Tang.* 84	*Sin.* 84	'

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1035	3.014940	1050	3.021189	1065	3.027350
1036	3.015360	1051	3.021603	1066	3.027757
1037	3.015779	1052	3.022016	1067	3.028164
1038	3.016197	1053	3.022428	1068	3.028571
1039	3.016616	1054	3.022841	1069	3.028978
1040	3.017033	1055	3.023252	1070	3.029384
1041	3.017451	1056	3.023664	1071	3.029789
1042	3.017868	1057	3.024075	1072	3.030195
1043	3.018284	1058	3.024486	1073	3.030600
1044	3.018700	1059	3.024896	1074	3.031004
1045	3.019116	1060	3.025306	1075	3.031408
1046	3.019532	1061	3.025715	1076	3.031812
1047	3.019947	1062	3.026125	1077	3.032216
1048	3.020361	1063	3.026533	1078	3.032619
1049	3.020775	1064	3.026942	1079	3.033021

'	Sin. 6	Tang. 6	Cotang. 6	Cosin. 6	
0	9.019235	9.021620	0.978380	9.997614	60
1	9.020435	9.022834	0.977166	9.997601	59
2	9.021632	9.024044	0.975956	9.997588	58
3	9.022825	9.025251	0.974749	9.997574	57
4	9.024016	9.026455	0.973545	9.997561	56
5	9.025203	9.027655	0.972345	9.997547	55
6	9.026386	9.028852	0.971148	9.997534	54
7	9.027567	9.030046	0.969954	9.997520	53
8	9.028744	9.031237	0.968763	9.997507	52
9	9.029918	9.032425	0.967575	9.997493	51
10	9.031089	9.033609	0.966391	9.997480	50
11	9.032257	9.034791	0.965209	9.997466	49
12	9.033421	9.035969	0.964031	9.997452	48
13	9.034582	9.037144	0.962856	9.997439	47
14	9.035741	9.038316	0.961684	9.997425	46
15	9.036896	9.039485	0.960515	9.997411	45
16	9.038048	9.040651	0.959349	9.997397	44
17	9.039197	9.041813	0.958187	9.997383	43
18	9.040342	9.042973	0.957027	9.997369	42
19	9.041485	9.044130	0.955870	9.997355	41
20	9.042625	9.045284	0.954716	9.997341	40
21	9.043762	9.046434	0.953566	9.997327	39
22	9.044895	9.047582	0.952418	9.997313	38
23	9.046026	9.048727	0.951273	9.997299	37
24	9.047154	9.049869	0.950131	9.997285	36
25	9.048279	9.051008	0.948992	9.997271	35
26	9.049400	9.052144	0.947856	9.997257	34
27	9.050519	9.053277	0.946723	9.997242	33
28	9.051635	9.054407	0.945593	9.997228	32
29	9.052749	9.055535	0.944465	9.997214	31
30	9.053859	9.056659	0.943341	9.997199	30
	Cosin. 83	Cotang. 83	Tang. 83	Sin. 83	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
1080	3.033424
1081	3.033826
1082	3.034227
1083	3.034628
1084	3.035029
1085	3.035430
1086	3.035830
1087	3.036229
1088	3.036629
1089	3.037028
1090	3.037426
1091	3.037825
1092	3.038223
1093	3.038620
1094	3.039017
1095	3.039414
1096	3.039811
1097	3.040207
1098	3.040602
1099	3.040998
1100	3.041393
1101	3.041787
1102	3.042182
1103	3.042576
1104	3.042969
1105	3.043362
1106	3.043755
1107	3.044148
1108	3.044540
1109	3.044932
1110	3.045323
1111	3.045714
1112	3.046105
1113	3.046495
1114	3.046885
1115	3.047275
1116	3.047664
1117	3.048053
1118	3.048442
1119	3.048830
1120	3.049218
1121	3.049606
1122	3.049993
1123	3.050380
1124	3.050766

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1125	3.051153	1140	3.056905	1155	3.062582
1126	3.051538	1141	3.057286	1156	3.062958
1127	3.051924	1142	3.057666	1157	3.063333
1128	3.052309	1143	3.058046	1158	3.063709
1129	3.052694	1144	3.058426	1159	3.064083
1130	3.053078	1145	3.058805	1160	3.064458
1131	3.053463	1146	3.059185	1161	3.064832
1132	3.053846	1147	3.059563	1162	3.065206
1133	3.054230	1148	3.059942	1163	3.065580
1134	3.054613	1149	3.060320	1164	3.065953
1135	3.054996	1150	3.060698	1165	3.066326
1136	3.055378	1151	3.061075	1166	3.066699
1137	3.055760	1152	3.061452	1167	3.067071
1138	3.056142	1153	3.061829	1168	3.067443
1139	3.056524	1154	3.062206	1169	3.067815

′	Sin. 6	Tang. 6	Cotang. 6	Cosin. 6	
30	9.053859	9.056659	0.943341	9.997199	30
31	9.054966	9.057781	0.942219	9.997185	29
32	9.056071	9.058900	0.941100	9.997170	28
33	9.057172	9.060016	0.939984	9.997156	27
34	9.058271	9.061130	0.938870	9.997141	26
35	9.059367	9.062240	0.937760	9.997127	25
36	9.060460	9.063348	0.936652	9.997112	24
37	9.061551	9.064453	0.935547	9.997098	23
38	9.062639	9.065556	0.934444	9.997083	22
39	9.063724	9.066655	0.933345	9.997068	21
40	9.064806	9.067752	0.932248	9.997053	20
41	9.065885	9.068846	0.931154	9.997039	19
42	9.066962	9.069938	0.930062	9.997024	18
43	9.068036	9.071027	0.928973	9.997009	17
44	9.069107	9.072113	0.927887	9.996994	16
45	9.070176	9.073197	0.926803	9.996979	15
46	9.071242	9.074278	0.925722	9.996964	14
47	9.072306	9.075356	0.924644	9.996949	13
48	9.073366	9.076432	0.923568	9.996934	12
49	9.074424	9.077505	0.922495	9.996919	11
50	9.075480	9.078576	0.921424	9.996904	10
51	9.076533	9.079644	0.920356	9.996889	9
52	9.077583	9.080710	0.919290	9.996874	8
53	9.078631	9.081773	0.918227	9.996858	7
54	9.079676	9.082833	0.917167	9.996843	6
55	9.080719	9.083891	0.916109	9.996828	5
56	9.081759	9.084947	0.915053	9.996812	4
57	9.082797	9.086000	0.914000	9.996797	3
58	9.083832	9.087050	0.912950	9.996782	2
59	9.084864	9.088098	0.911902	9.996766	1
60	9.085894	9.089144	0.910856	9.996751	0
	Cosin. 83	Cotang. 83	Tang. 83	Sin. 83	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
1170	3.068186
1171	3.068557
1172	3.068928
1173	3.069298
1174	3.069668
1175	3.070038
1176	3.070407
1177	3.070776
1178	3.071145
1179	3.071514
1180	3.071882
1181	3.072250
1182	3.072617
1183	3.072985
1184	3.073352
1185	3.073718
1186	3.074085
1187	3.074451
1188	3.074816
1189	3.075182
1190	3.075547
1191	3.075912
1192	3.076276
1193	3.076640
1194	3.077004
1195	3.077368
1196	3.077731
1197	3.078094
1198	3.078457
1199	3.078819
1200	3.079181
1201	3.079543
1202	3.079904
1203	3.080266
1204	3.080626
1205	3.080987
1206	3.081347
1207	3.081707
1208	3.082067
1209	3.082426
1210	3.082785
1211	3.083144
1212	3.083503
1213	3.083861
1214	3.084219

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1215	3.084576	1230	3.089905	1245	3.095169
1216	3.084934	1231	3.090258	1246	3.095518
1217	3.085291	1232	3.090611	1247	3.095866
1218	3.085647	1233	3.090963	1248	3.096215
1219	3.086004	1234	3.091315	1249	3.096562
1220	3.086360	1235	3.091667	1250	3.096910
1221	3.086716	1236	3.092018	1251	3.097257
1222	3.087071	1237	3.092370	1252	3.097604
1223	3.087426	1238	3.092721	1253	3.097951
1224	3.087781	1239	3.093071	1254	3.098298
1225	3.088136	1240	3.093422	1255	3.098644
1226	3.088490	1241	3.093772	1256	3.098990
1227	3.088845	1242	3.094122	1257	3.099335
1228	3.089198	1243	3.094471	1258	3.099681
1229	3.089552	1244	3.094820	1259	3.100026

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
1260	3.100371
1261	3.100715
1262	3.101059
1263	3.101403
1264	3.101747
1265	3.102091
1266	3.102434
1267	3.102777
1268	3.103119
1269	3.103462
1270	3.103804
1271	3.104146
1272	3.104487
1273	3.104828
1274	3.105169
1275	3.105510
1276	3.105851
1277	3.106191
1278	3.106531
1279	3.106871
1280	3.107210
1281	3.107549
1282	3.107888
1283	3.108227
1284	3.108565
1285	3.108903
1286	3.109241
1287	3.109579
1288	3.109916
1289	3.110253
1290	3.110590
1291	3.110926
1292	3.111263
1293	3.111599
1294	3.111934
1295	3.112270
1296	3.112605
1297	3.112940
1298	3.113275
1299	3.113609
1300	3.113943
1301	3.114277
1302	3.114611
1303	3.114944
1304	3.115278

′	Sin. 7	Tang. 7	Cotang. 7	Cosin. 7	
0	9.085894	9.089144	0.910856	9.996751	60
1	9.086922	9.090187	0.909813	9.996735	59
2	9.087947	9.091228	0.908772	9.996720	58
3	9.088970	9.092266	0.907734	9.996704	57
4	9.089990	9.093302	0.906698	9.996688	56
5	9.091008	9.094336	0.905664	9.996673	55
6	9.092024	9.095367	0.904633	9.996657	54
7	9.093037	9.096395	0.903605	9.996641	53
8	9.094047	9.097422	0.902578	9.996625	52
9	9.095056	9.098446	0.901554	9.996610	51
10	9.096062	9.099468	0.900532	9.996594	50
11	9.097065	9.100487	0.899513	9.996578	49
12	9.098066	9.101504	0.898496	9.996562	48
13	9.099065	9.102519	0.897481	9.996546	47
14	9.100062	9.103532	0.896468	9.996530	46
15	9.101056	9.104542	0.895458	9.996514	45
16	9.102048	9.105550	0.894450	9.996498	44
17	9.103037	9.106556	0.893444	9.996482	43
18	9.104025	9.107559	0.892441	9.996465	42
19	9.105010	9.108560	0.891440	9.996449	41
20	9.105992	9.109559	0.890441	9.996433	40
21	9.106973	9.110556	0.889444	9.996417	39
22	9.107951	9.111551	0.888449	9.996400	38
23	9.108927	9.112543	0.887457	9.996384	37
24	9.109901	9.113533	0.886467	9.996368	36
25	9.110873	9.114521	0.885479	9.996351	35
26	9.111842	9.115507	0.884493	9.996335	34
27	9.112809	9.116491	0.883509	9.996318	33
28	9.113774	9.117472	0.882528	9.996302	32
29	9.114737	9.118452	0.881548	9.996285	31
30	9.115698	9.119429	0.880571	9.996269	30
	Cosin. 82	Cotang. 82	Tang. 82	Sin. 82	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1305	3.115611	1320	3.120574	1335	3.125481
1306	3.115943	1321	3.120903	1336	3.125806
1307	3.116276	1322	3.121231	1337	3.126131
1308	3.116608	1323	3.121560	1338	3.126456
1309	3.116940	1324	3.121888	1339	3.126781
1310	3.117271	1325	3.122216	1340	3.127105
1311	3.117603	1326	3.122544	1341	3.127429
1312	3.117934	1327	3.122871	1342	3.127753
1313	3.118265	1328	3.123198	1343	3.128076
1314	3.118595	1329	3.123525	1344	3.128399
1315	3.118926	1330	3.123852	1345	3.128722
1316	3.119256	1331	3.124178	1346	3.129045
1317	3.119586	1332	3.124504	1347	3.129368
1318	3.119915	1333	3.124830	1348	3.129690
1319	3.120245	1334	3.125156	1349	3.130012

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 7	Tang. 7	Cotang. 7	Cosin. 7	
30	9.115698	9.119429	0.880571	9.996269	30
31	9.116656	9.120404	0.879596	9.996252	29
32	9.117613	9.121377	0.878623	9.996235	28
33	9.118567	9.122348	0.877652	9.996219	27
34	9.119519	9.123317	0.876683	9.996202	26
35	9.120469	9.124284	0.875716	9.996185	25
36	9.121417	9.125249	0.874751	9.996168	24
37	9.122362	9.126211	0.873789	9.996151	23
38	9.123306	9.127172	0.872828	9.996134	22
39	9.124248	9.128130	0.871870	9.996117	21
40	9.125187	9.129087	0.870913	9.996100	20
41	9.126125	9.130041	0.869959	9.996083	19
42	9.127060	9.130994	0.869006	9.996066	18
43	9.127993	9.131944	0.868056	9.996049	17
44	9.128925	9.132893	0.867107	9.996032	16
45	9.129854	9.133839	0.866161	9.996015	15
46	9.130781	9.134784	0.865216	9.995998	14
47	9.131706	9.135726	0.864274	9.995980	13
48	9.132630	9.136667	0.863333	9.995963	12
49	9.133551	9.137605	0.862395	9.995946	11
50	9.134470	9.138542	0.861458	9.995928	10
51	9.135387	9.139476	0.860524	9.995911	9
52	9.136303	9.140409	0.859591	9.995894	8
53	9.137216	9.141340	0.858660	9.995876	7
54	9.138128	9.142269	0.857731	9.995859	6
55	9.139037	9.143196	0.856804	9.995841	5
56	9.139944	9.144121	0.855879	9.995823	4
57	9.140850	9.145044	0.854956	9.995806	3
58	9.141754	9.145966	0.854034	9.995788	2
59	9.142655	9.146885	0.853115	9.995771	1
60	9.143555	9.147803	0.852197	9.995753	0
	Cosin. 82	Cotang. 82	Tang. 82	Sin. 82	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1350	3.130334	1395	3.144574	1410	3.149219	1425	3.153815
1351	3.130655	1396	3.144885	1411	3.149527	1426	3.154120
1352	3.130977	1397	3.145196	1412	3.149835	1427	3.154424
1353	3.131298	1398	3.145507	1413	3.150142	1428	3.154728
1354	3.131619	1399	3.145818	1414	3.150449	1429	3.155032
1355	3.131939	1400	3.146128	1415	3.150756	1430	3.155336
1356	3.132260	1401	3.146438	1416	3.151063	1431	3.155640
1357	3.132580	1402	3.146748	1417	3.151370	1432	3.155943
1358	3.132900	1403	3.147058	1418	3.151676	1433	3.156246
1359	3.133219	1404	3.147367	1419	3.151982	1434	3.156549
1360	3.133539	1405	3.147676	1420	3.152288	1435	3.156852
1361	3.133858	1406	3.147985	1421	3.152594	1436	3.157154
1362	3.134177	1407	3.148294	1422	3.152900	1437	3.157457
1363	3.134496	1408	3.148603	1423	3.153205	1438	3.157759
1364	3.134814	1409	3.148911	1424	3.153510	1439	3.158061
1365	3.135133						
1366	3.135451						
1367	3.135769						
1368	3.136086						
1369	3.136403						
1370	3.136721						
1371	3.137037						
1372	3.137354						
1373	3.137671						
1374	3.137987						
1375	3.138302						
1376	3.138618						
1377	3.138934						
1378	3.139249						
1379	3.139564						
1380	3.139879						
1381	3.140194						
1382	3.140508						
1383	3.140822						
1384	3.141136						
1385	3.141450						
1386	3.141763						
1387	3.142076						
1388	3.142389						
1389	3.142702						
1390	3.143015						
1391	3.143327						
1392	3.143639						
1393	3.143951						
1394	3.144263						

′	Sin. 8	Tang. 8	Cotang. 8	Cosin. 8	
0	9.143555	9.147803	0.852197	9.995753	60
1	9.144453	9.148718	0.851282	9.995735	59
2	9.145349	9.149632	0.850368	9.995717	58
3	9.146243	9.150544	0.849456	9.995699	57
4	9.147136	9.151454	0.848546	9.995681	56
5	9.148026	9.152363	0.847637	9.995664	55
6	9.148915	9.153269	0.846731	9.995646	54
7	9.149802	9.154174	0.845826	9.995628	53
8	9.150686	9.155077	0.844923	9.995610	52
9	9.151569	9.155978	0.844022	9.995591	51
10	9.152451	9.156877	0.843123	9.995573	50
11	9.153330	9.157775	0.842225	9.995555	49
12	9.154208	9.158671	0.841329	9.995537	48
13	9.155083	9.159565	0.840435	9.995519	47
14	9.155957	9.160457	0.839543	9.995501	46
15	9.156830	9.161347	0.838653	9.995482	45
16	9.157700	9.162236	0.837764	9.995464	44
17	9.158569	9.163123	0.836877	9.995446	43
18	9.159435	9.164008	0.835992	9.995427	42
19	9.160301	9.164892	0.835108	9.995409	41
20	9.161164	9.165774	0.834226	9.995390	40
21	9.162025	9.166654	0.833346	9.995372	39
22	9.162885	9.167532	0.832468	9.995353	38
23	9.163743	9.168409	0.831591	9.995334	37
24	9.164600	9.169284	0.830716	9.995316	36
25	9.165454	9.170157	0.829843	9.995297	35
26	9.166307	9.171029	0.828971	9.995278	34
27	9.167159	9.171899	0.828101	9.995260	33
28	9.168008	9.172767	0.827233	9.995241	32
29	9.168856	9.173634	0.826366	9.995222	31
30	9.169702	9.174499	0.825501	9.995203	30
	Cosin. 81	Cotang. 81	Tang. 81	Sin. 81	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1440	3.158362	1470	3.167317	1500	3.176091	1515	3.180413
1441	3.158664	1471	3.167613	1501	3.176381	1516	3.180699
1442	3.158965	1472	3.167908	1502	3.176670	1517	3.180986
1443	3.159266	1473	3.168203	1503	3.176959	1518	3.181272
1444	3.159567	1474	3.168497	1504	3.177248	1519	3.181558
1445	3.159868	1475	3.168792	1505	3.177536	1520	3.181844
1446	3.160168	1476	3.169086	1506	3.177825	1521	3.182129
1447	3.160468	1477	3.169380	1507	3.178113	1522	3.182415
1448	3.160769	1478	3.169674	1508	3.178401	1523	3.182700
1449	3.161068	1479	3.169968	1509	3.178689	1524	3.182985
1450	3.161368	1480	3.170262	1510	3.178977	1525	3.183270
1451	3.161667	1481	3.170555	1511	3.179264	1526	3.183555
1452	3.161967	1482	3.170848	1512	3.179552	1527	3.183839
1453	3.162266	1483	3.171141	1513	3.179839	1528	3.184123
1454	3.162564	1484	3.171434	1514	3.180126	1529	3.184407
1455	3.162863	1485	3.171726				
1456	3.163161	1486	3.172019				
1457	3.163460	1487	3.172311				
1458	3.163758	1488	3.172603				
1459	3.164055	1489	3.172895				
1460	3.164353	1490	3.173186				
1461	3.164650	1491	3.173478				
1462	3.164947	1492	3.173769				
1463	3.165244	1493	3.174060				
1464	3.165541	1494	3.174351				
1465	3.165838	1495	3.174641				
1466	3.166134	1496	3.174932				
1467	3.166430	1497	3.175222				
1468	3.166726	1498	3.175512				
1469	3.167022	1499	3.175802				

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
1530	3.184691
1531	3.184975
1532	3.185259
1533	3.185542
1534	3.185825
1535	3.186108
1536	3.186391
1537	3.186674
1538	3.186956
1539	3.187239
1540	3.187521
1541	3.187803
1542	3.188084
1543	3.188366
1544	3.188647
1545	3.188928
1546	3.189209
1547	3.189490
1548	3.189771
1549	3.190051
1550	3.190332
1551	3.190612
1552	3.190892
1553	3.191171
1554	3.191451
1555	3.191730
1556	3.192010
1557	3.192289
1558	3.192567
1559	3.192846
1560	3.193125
1561	3.193403
1562	3.193681
1563	3.193959
1564	3.194237
1565	3.194514
1566	3.194792
1567	3.195069
1568	3.195346
1569	3.195623
1570	3.195900
1571	3.196176
1572	3.196453
1573	3.196729
1574	3.197005

′	Sin. 8	Tang. 8	Cotang. 8	Cosin. 8	
30	9.169702	9.174499	0.825501	9.995203	30
31	9.170547	9.175362	0.824638	9.995184	29
32	9.171389	9.176224	0.823776	9.995165	28
33	9.172230	9.177084	0.822916	9.995146	27
34	9.173070	9.177942	0.822058	9.995127	26
35	9.173908	9.178799	0.821201	9.995108	25
36	9.174744	9.179655	0.820345	9.995089	24
37	9.175578	9.180508	0.819492	9.995070	23
38	9.176411	9.181360	0.818640	9.995051	22
39	9.177242	9.182211	0.817789	9.995032	21
40	9.178072	9.183059	0.816941	9.995013	20
41	9.178900	9.183907	9.816093	9.994993	19
42	9.179726	9.184752	0.815248	9.994974	18
43	9.180551	9.185597	0.814403	9.994955	17
44	9.181374	9.186439	0.813561	9.994935	16
45	9.182196	9.187280	0.812720	9.994916	15
46	9.183016	9.188120	0.811880	9.994896	14
47	9.183834	9.188958	0.811042	9.994877	13
48	9.184651	9.189794	0.810206	9.994857	12
49	9.185466	9.190629	0.809371	9.994838	11
50	9.186280	9.191462	0.808538	9.994818	10
51	9.187092	9.192294	0.807706	9.994798	9
52	9.187903	9.193124	0.806876	9.994779	8
53	9.188712	9.193953	0.806047	9.994759	7
54	9.189519	9.194780	0.805220	9.994739	6
55	9.190325	9.195606	0.804394	9.994719	5
56	9.191130	9.196430	0.803570	9.994700	4
57	9.191933	9.197253	0.802747	9.994680	3
58	9.192734	9.198074	0.801926	9.994660	2
59	9.193534	9.198894	0.801106	9.994640	1
60	9.194332	9.199713	0.800287	9.994620	0
	Cosin. 81	Cotang. 81	Tang. 81	Sin. 81	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1575	3.197281	1590	3.201397	1605	3.205475
1576	3.197556	1591	3.201670	1606	3.205746
1577	3.197832	1592	3.201943	1607	3.206016
1578	3.198107	1593	3.202216	1608	3.206286
1579	3.198382	1594	3.202488	1609	3.206556
1580	3.198657	1595	3.202761	1610	3.206826
1581	3.198932	1596	3.203033	1611	3.207096
1582	3.199206	1597	3.203305	1612	3.207365
1583	3.199481	1598	3.203577	1613	3.207634
1584	3.199755	1599	3.203848	1614	3.207904
1585	3.200029	1600	3.204120	1615	3.208173
1586	3.200303	1601	3.204391	1616	3.208441
1587	3.200577	1602	3.204663	1617	3.208710
1588	3.200850	1603	3.204934	1618	3.208979
1589	3.201124	1604	3.205204	1619	3.209247

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 9	Tang. 9	Cotang. 9	Cosin. 9	
0	9.194332	9.199713	0.800287	9.994620	60
1	9.195129	9.200529	0.799471	9.994600	59
2	9.195925	9.201345	0.798655	9.994580	58
3	9.196719	9.202159	0.797841	9.994560	57
4	9.197511	9.202971	0.797029	9.994540	56
5	9.198302	9.203782	0.796218	9.994519	55
6	9.199091	9.204592	0.795408	9.994499	54
7	9.199879	9.205400	0.794600	9.994479	53
8	9.200666	9.206207	0.793793	9.994459	52
9	9.201451	9.207013	0.792987	9.994438	51
10	9.202234	9.207817	0.792183	9.994418	50
11	9.203017	9.208619	0.791381	9.994398	49
12	9.203797	9.209420	0.790580	9.994377	48
13	9.204577	9.210220	0.789780	9.994357	47
14	9.205354	9.211018	0.788982	9.994336	46
15	9.206131	9.211815	0.788185	9.994316	45
16	9.206906	9.212611	0.787389	9.994295	44
17	9.207679	9.213405	0.786595	9.994274	43
18	9.208452	9.214198	0.785802	9.994254	42
19	9.209222	9.214989	0.785011	9.994233	41
20	9.209992	9.215780	0.784220	9.994212	40
21	9.210760	9.216568	0.783432	9.994191	39
22	9.211526	9.217356	0.782644	9.994171	38
23	9.212291	9.218142	0.781858	9.994150	37
24	9.213055	9.218926	0.781074	9.994129	36
25	9.213818	9.219710	0.780290	9.994108	35
26	9.214579	9.220492	0.779508	9.994087	34
27	9.215338	9.221272	0.778728	9.994066	33
28	9.216097	9.222052	0.777948	9.994045	32
29	9.216854	9.222830	0.777170	9.994024	31
30	9.217609	9.223607	0.776393	9.994003	30
	Cosin. 80	Cotang. 80	Tang. 80	Sin. 80	′

Nomb.	Logarith.
1620	3.209515
1621	3.209783
1622	3.210051
1623	3.210319
1624	3.210586
1625	3.210853
1626	3.211121
1627	3.211388
1628	3.211654
1629	3.211921
1630	3.212188
1631	3.212454
1632	3.212720
1633	3.212986
1634	3.213252
1635	3.213518
1636	3.213783
1637	3.214049
1638	3.214314
1639	3.214579
1640	3.214844
1641	3.215109
1642	3.215373
1643	3.215638
1644	3.215902
1645	3.216166
1646	3.216430
1647	3.216694
1648	3.216957
1649	3.217221
1650	3.217484
1651	3.217747
1652	3.218010
1653	3.218273
1654	3.218536
1655	3.218798
1656	3.219060
1657	3.219323
1658	3.219585
1659	3.219846
1660	3.220108
1661	3.220370
1662	3.220631
1663	3.220892
1664	3.221153

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1665	3.221414	1680	3.225309	1695	3.229170
1666	3.221675	1681	3.225568	1696	3.229426
1667	3.221936	1682	3.225826	1697	3.229682
1668	3.222196	1683	3.226084	1698	3.229938
1669	3.222456	1684	3.226342	1699	3.230193
1670	3.222716	1685	3.226600	1700	3.230449
1671	3.222976	1686	3.226858	1701	3.230704
1672	3.223236	1687	3.227115	1702	3.230960
1673	3.223496	1688	3.227372	1703	3.231215
1674	3.223755	1689	3.227630	1704	3.231470
1675	3.224015	1690	3.227887	1705	3.231724
1676	3.224274	1691	3.228144	1706	3.231979
1677	3.224533	1692	3.228400	1707	3.232234
1678	3.224792	1693	3.228657	1708	3.232488
1679	3.225051	1694	3.228913	1709	3.232742

′	Sin. 9	Tang. 9	Cotang. 9	Cosin. 9	
30	9.217609	9.223607	0.776393	9.994003	30
31	9.218363	9.224382	0.775618	9.993982	29
32	9.219116	9.225156	0.774844	9.993960	28
33	9.219868	9.225929	0.774071	9.993939	27
34	9.220618	9.226700	0.773300	9.993918	26
35	9.221367	9.227471	0.772529	9.993897	25
36	9.222115	9.228239	0.771761	9.993875	24
37	9.222861	9.229007	0.770993	9.993854	23
38	9.223606	9.229773	0.770227	9.993832	22
39	9.224349	9.230539	0.769461	9.993811	21
40	9.225092	9.231302	0.768698	9.993789	20
41	9.225833	9.232065	0.767935	9.993768	19
42	9.226573	9.232826	0.767174	9.993746	18
43	9.227311	9.233586	0.766414	9.993725	17
44	9.228048	9.234345	0.765655	9.993703	16
45	9.228784	9.235103	0.764897	9.993681	15
46	9.229518	9.235859	0.764141	9.993660	14
47	9.230252	9.236614	0.763386	9.993638	13
48	9.230984	9.237368	0.762632	9.993616	12
49	9.231715	9.238120	0.761880	9.993594	11
50	9.232444	9.238872	0.761128	9.993572	10
51	9.233172	9.239622	0.760378	9.993550	9
52	9.233899	9.240371	0.759629	9.993528	8
53	9.234625	9.241118	0.758882	9.993506	7
54	9.235349	9.241865	0.758135	9.993484	6
55	9.236073	9.242610	0.757390	9.993462	5
56	9.236795	9.243354	0.756646	9.993440	4
57	9.237515	9.244097	0.755903	9.993418	3
58	9.238235	9.244839	0.755161	9.993396	2
59	9.238953	9.245579	0.754421	9.993374	1
60	9.239670	9.246319	0.753681	9.993351	0
	Cosin. 80	Cotang. 80	Tang. 80	Sin. 80	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1710	3.232996						
1711	3.233250						
1712	3.233504						
1713	3.233757						
1714	3.234011						
1715	3.234264						
1716	3.234517						
1717	3.234770						
1718	3.235023						
1719	3.235276						
1720	3.235528						
1721	3.235781						
1722	3.236033						
1723	3.236285						
1724	3.236537						
1725	3.236789						
1726	3.237041						
1727	3.237292						
1728	3.237544						
1729	3.237795						
1730	3.238046						
1731	3.238297						
1732	3.238548						
1733	3.238799						
1734	3.239049						
1735	3.239299						
1736	3.239550						
1737	3.239800						
1738	3.240050						
1739	3.240300						
1740	3.240549	1755	3.244277	1770	3.247973	1785	3.251638
1741	3.240799	1756	3.244524	1771	3.248219	1786	3.251881
1742	3.241048	1757	3.244772	1772	3.248464	1787	3.252125
1743	3.241297	1758	3.245019	1773	3.248709	1788	3.252368
1744	3.241546	1759	3.245266	1774	3.248954	1789	3.252610
1745	3.241795	1760	3.245513	1775	3.249198	1790	3.252853
1746	3.242044	1761	3.245759	1776	3.249443	1791	3.253096
1747	3.242293	1762	3.246006	1777	3.249687	1792	3.253338
1748	3.242541	1763	3.246252	1778	3.249932	1793	3.253580
1749	3.242790	1764	3.246499	1779	3.250176	1794	3.253822
1750	3.243038	1765	3.246745	1780	3.250420	1795	3.254064
1751	3.243286	1766	3.246991	1781	3.250664	1796	3.254306
1752	3.243534	1767	3.247237	1782	3.250908	1797	3.254548
1753	3.243782	1768	3.247482	1783	3.251151	1798	3.254790
1754	3.244030	1769	3.247728	1784	3.251395	1799	3.255031

′	Sin. 10	Tang. 10	Cotang. 10	Cosin. 10	
0	9.239670	9.246319	0.753681	9.993351	60
1	9.240386	9.247057	0.752943	9.993329	59
2	9.241101	9.247794	0.752206	9.993307	58
3	9.241814	9.248530	0.751470	9.993284	57
4	9.242526	9.249264	0.750736	9.993262	56
5	9.243237	9.249998	0.750002	9.993240	55
6	9.243947	9.250730	0.749270	9.993217	54
7	9.244656	9.251461	0.748539	9.993195	53
8	9.245363	9.252191	0.747809	9.993172	52
9	9.246069	9.252920	0.747080	9.993149	51
10	9.246775	9.253648	0.746352	9.993127	50
11	9.247478	9.254374	0.745626	9.993104	49
12	9.248181	9.255100	0.744900	9.993081	48
13	9.248883	9.255824	0.744176	9.993059	47
14	9.249583	9.256547	0.743453	9.993036	46
15	9.250282	9.257269	0.742731	9.993013	45
16	9.250980	9.257990	0.742010	9.992990	44
17	9.251677	9.258710	0.741290	9.992967	43
18	9.252373	9.259429	0.740571	9.992944	42
19	9.253067	9.260146	0.739854	9.992921	41
20	9.253761	9.260863	0.739137	9.992898	40
21	9.254453	9.261578	0.738422	9.992875	39
22	9.255144	9.262292	0.737708	9.992852	38
23	9.255834	9.263005	0.736995	9.992829	37
24	9.256523	9.263717	0.736283	9.992806	36
25	9.257211	9.264428	0.735572	9.992783	35
26	9.257898	9.265138	0.734862	9.992759	34
27	9.258583	9.265847	0.734153	9.992736	33
28	9.259268	9.266555	0.733445	9.992713	32
29	9.259951	9.267261	0.732739	9.992690	31
30	9.260633	9.267967	0.732033	9.992666	30
	Cosin. 79	Cotang. 79	Tang. 79	Sin. 79	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
1800	3.255273
1801	3.255514
1802	3.255755
1803	3.255996
1804	3.256236
1805	3.256477
1806	3.256718
1807	3.256958
1808	3.257198
1809	3.257439
1810	3.257679
1811	3.257918
1812	3.258158
1813	3.258398
1814	3.258637
1815	3.258877
1816	3.259116
1817	3.259355
1818	3.259594
1819	3.259833
1820	3.260071
1821	3.260310
1822	3.260548
1823	3.260787
1824	3.261025
1825	3.261263
1826	3.261501
1827	3.261739
1828	3.261976
1829	3.262214
1830	3.262451
1831	3.262688
1832	3.262925
1833	3.263162
1834	3.263399
1835	3.263636
1836	3.263873
1837	3.264109
1838	3.264346
1839	3.264582
1840	3.264818
1841	3.265054
1842	3.265290
1843	3.265525
1844	3.265761

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1845	3.265996	1860	3.269513	1875	3.273001
1846	3.266232	1861	3.269746	1876	3.273233
1847	3.266467	1862	3.269980	1877	3.273464
1848	3.266702	1863	3.270213	1878	3.273696
1849	3.266937	1864	3.270446	1879	3.273927
1850	3.267172	1865	3.270679	1880	3.274158
1851	3.267406	1866	3.270912	1881	3.274389
1852	3.267641	1867	3.271144	1882	3.274620
1853	3.267875	1868	3.271377	1883	3.274850
1854	3.268110	1869	3.271609	1884	3.275081
1855	3.268344	1870	3.271842	1885	3.275311
1856	3.268578	1871	3.272074	1886	3.275542
1857	3.268812	1872	3.272306	1887	3.275772
1858	3.269046	1873	3.272538	1888	3.276002
1859	3.269279	1874	3.272770	1889	3.276232

′	Sin. 10	Tang. 10	Cotang. 10	Cosin. 10	
30	9.260633	9.267967	0.732033	9.992666	30
31	9.261314	9.268671	0.731329	9.992643	29
32	9.261994	9.269375	0.730625	9.992619	28
33	9.262673	9.270077	0.729923	9.992596	27
34	9.263351	9.270779	0.729221	9.992572	26
35	9.264027	9.271479	0.728521	9.992549	25
36	9.264703	9.272178	0.727822	9.992525	24
37	9.265377	9.272876	0.727124	9.992501	23
38	9.266051	9.273573	0.726427	9.992478	22
39	9.266723	9.274269	0.725731	9.992454	21
40	9.267395	9.274964	0.725036	9.992430	20
41	9.268065	9.275658	0.724342	9.992406	19
42	9.268734	9.276351	0.723649	9.992382	18
43	9.269402	9.277043	0.722957	9.992359	17
44	9.270069	9.277734	0.722266	9.992335	16
45	9.270735	9.278424	0.721576	9.992311	15
46	9.271400	9.279113	0.720887	9.992287	14
47	9.272064	9.279801	0.720199	9.992263	13
48	9.272726	9.280488	0.719512	9.992239	12
49	9.273388	9.281174	0.718826	9.992214	11
50	9.274049	9.281858	0.718142	9.992190	10
51	9.274708	9.282542	0.717458	9.992166	9
52	9.275367	9.283225	0.716775	9.992142	8
53	9.276025	9.283907	0.716093	9.992118	7
54	9.27668	9.284588	0.715412	9.992093	6
55	9.277337	9.285268	0.714732	9.992069	5
56	9.277991	9.285947	0.714053	9.992044	4
57	9.278645	9.286624	0.713375	9.992020	3
58	9.279297	9.287301	0.712699	9.991996	2
59	9.279948	9.287977	0.712023	9.991971	1
60	9.280599	9.288652	0.711348	9.991947	0
	Cosin. 79	Cotang. 79	Tang. 79	Sin. 79	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
1890	3.276462	1935	3.286681	1950	3.290035	1965	3.293363
1891	3.276692	1936	3.286905	1951	3.290257	1966	3.293584
1892	3.276921	1937	3.287130	1952	3.290480	1967	3.293804
1893	3.277151	1938	3.287354	1953	3.290702	1968	3.294025
1894	3.277380	1939	3.287578	1954	3.290925	1969	3.294246
1895	3.277609	1940	3.287802	1955	3.291147	1970	3.294466
1896	3.277838	1941	3.288026	1956	3.291369	1971	3.294687
1897	3.278067	1942	3.288249	1957	3.291591	1972	3.294907
1898	3.278296	1943	3.288473	1958	3.291813	1973	3.295127
1899	3.278525	1944	3.288696	1959	3.292034	1974	3.295347
1900	3.278754	1945	3.288920	1960	3.292256	1975	3.295567
1901	3.278982	1946	3.289143	1961	3.292478	1976	3.295787
1902	3.279211	1947	3.289366	1962	3.292699	1977	3.296007
1903	3.279439	1948	3.289589	1963	3.292920	1978	3.296226
1904	3.279667	1949	3.289812	1964	3.293141	1979	3.296446
1905	3.279895						
1906	3.280123						
1907	3.280351						
1908	3.280578						
1909	3.280806						
1910	3.281033						
1911	3.281261						
1912	3.281488						
1913	3.281715						
1914	3.281942						
1915	3.282169						
1916	3.282396						
1917	3.282622						
1918	3.282849						
1919	3.283075						
1920	3.283301						
1921	3.283527						
1922	3.283753						
1923	3.283979						
1924	3.284205						
1925	3.284431						
1926	3.284656						
1927	3.284882						
1928	3.285107						
1929	3.285332						
1930	3.285557						
1931	3.285782						
1932	3.286007						
1933	3.286232						
1934	3.286456						

′	Sin. 11	Tang. 11	Cotang. 11	Cosin. 11	
0	9.280599	9.288652	0.711348	9.991947	60
1	9.281248	9.289326	0.710674	9.991922	59
2	9.281897	9.289999	0.710001	9.991897	58
3	9.282544	9.290671	0.709329	9.991873	57
4	9.283190	9.291342	0.708658	9.991848	56
5	9.283836	9.292013	0.707987	9.991823	55
6	9.284480	9.292682	0.707318	9.991799	54
7	9.285124	9.293350	0.706650	9.991774	53
8	9.285766	9.294017	0.705983	9.991749	52
9	9.286408	9.294684	0.705316	9.991724	51
10	9.287048	9.295349	0.704651	9.991699	50
11	9.287688	9.296013	0.703987	9.991674	49
12	9.288326	9.296677	0.703323	9.991649	48
13	9.288964	9.297339	0.702661	9.991624	47
14	9.289600	9.298001	0.701999	9.991599	46
15	9.290236	9.298662	0.701338	9.991574	45
16	9.290870	9.299322	0.700678	9.991549	44
17	9.291504	9.299980	0.700020	9.991524	43
18	9.292137	9.300638	0.699362	9.991498	42
19	9.292768	9.301295	0.698705	9.991473	41
20	9.293399	9.301951	0.698049	9.991448	40
21	9.294029	9.302607	0.697393	9.991422	39
22	9.294658	9.303261	0.696739	9.991397	38
23	9.295286	9.303914	0.696086	9.991372	37
24	9.295913	9.304567	0.695433	9.991346	36
25	9.296539	9.305218	0.694782	9.991321	35
26	9.297164	9.305869	0.694131	9.991295	34
27	9.297788	9.306519	0.693481	9.991270	33
28	9.298412	9.307168	0.692832	9.991244	32
29	9.299034	9.307815	0.692184	9.991218	31
30	9.299655	9.308463	0.691537	9.991193	30
	Cosin. 78	Cotang. 78	Tang. 78	Sin. 78	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
1980	3.296665
1981	3.296884
1982	3.297104
1983	3.297323
1984	3.297542
1985	3.297761
1986	3.297979
1987	3.298198
1988	3.298416
1989	3.298635
1990	3.298853
1991	3.299071
1992	3.299289
1993	3.299507
1994	3.299725
1995	3.299943
1996	3.300161
1997	3.300378
1998	3.300595
1999	3.300813
2000	3.301030
2001	3.301247
2002	3.301464
2003	3.301681
2004	3.301898
2005	3.302114
2006	3.302331
2007	3.302547
2008	3.302764
2009	3.302980
2010	3.303196
2011	3.303412
2012	3.303628
2013	3.303844
2014	3.304059
2015	3.304275
2016	3.304491
2017	3.304706
2018	3.304921
2019	3.305136
2020	3.305351
2021	3.305566
2022	3.305781
2023	3.305996
2024	3.306211

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2025	3.306425	2040	3.309630	2055	3.312812
2026	3.306639	2041	3.309843	2056	3.313023
2027	3.306854	2042	3.310056	2057	3.313234
2028	3.307068	2043	3.310268	2058	3.313445
2029	3.307282	2044	3.310481	2059	3.313656
2030	3.307496	2045	3.310693	2060	3.313867
2031	3.307710	2046	3.310906	2061	3.314078
2032	3.307924	2047	3.311118	2062	3.314289
2033	3.308137	2048	3.311330	2063	3.314499
2034	3.308351	2049	3.311542	2064	3.314710
2035	3.308564	2050	3.311754	2065	3.314920
2036	3.308778	2051	3.311966	2066	3.315130
2037	3.308991	2052	3.312177	2067	3.315340
2038	3.309204	2053	3.312389	2068	3.315551
2039	3.309417	2054	3.312600	2069	3.315760

′	Sin. 11	Tang. 11	Cotang. 11	Cosin. 11	
30	9.299655	9.308463	0.691537	9.991193	30
31	9.300276	9.309109	0.690891	9.991167	29
32	9.300895	9.309754	0.690246	9.991141	28
33	9.301514	9.310399	0.689601	9.991115	27
34	9.302132	9.311042	0.688958	9.991090	26
35	9.302748	9.311685	0.688315	9.991064	25
36	9.303364	9.312327	0.687673	9.991038	24
37	9.303979	9.312968	0.687032	9.991012	23
38	9.304593	9.313608	0.686392	9.990986	22
39	9.305207	9.314247	0.685753	9.990960	21
40	9.305819	9.314885	0.685115	9.990934	20
41	9.306430	9.315523	0.684477	9.990908	19
42	9.307041	9.316159	0.683841	9.990882	18
43	9.307650	9.316795	0.683205	9.990855	17
44	9.308259	9.317430	0.682570	9.990829	16
45	9.308867	9.318064	0.681936	9.990803	15
46	9.309474	9.318697	0.681303	9.990777	14
47	9.310080	9.319330	0.680670	9.990750	13
48	9.310685	9.319961	0.680039	9.990724	12
49	9.311289	9.320592	0.679408	9.990697	11
50	9.311893	9.321222	0.678778	9.990671	10
51	9.312495	9.321851	0.678149	9.990645	9
52	9.313097	9.322479	0.677521	9.990618	8
53	9.313698	9.323106	0.676894	9.990591	7
54	9.314297	9.323733	0.676267	9.990565	6
55	9.314897	9.324358	0.675642	9.990538	5
56	9.315495	9.324983	0.675017	9.990511	4
57	9.316092	9.325607	0.674393	9.990485	3
58	9.316689	9.326231	0.673769	9.990458	2
59	9.317284	9.326853	0.673147	9.990431	1
60	9.317879	9.327475	0.672525	9.990404	0
	Cosin. 78	Cotang. 78	Tang. 78	Sin. 78	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2070	3.315970
2071	3.316180
2072	3.316390
2073	3.316599
2074	3.316809
2075	3.317018
2076	3.317227
2077	3.317436
2078	3.317646
2079	3.317854
2080	3.318063
2081	3.318272
2082	3.318481
2083	3.318689
2084	3.318898
2085	3.319106
2086	3.319314
2087	3.319522
2088	3.319730
2089	3.319938
2090	3.320146
2091	3.320354
2092	3.320562
2093	3.320769
2094	3.320977
2095	3.321184
2096	3.321391
2097	3.321598
2098	3.321805
2099	3.322012
2100	3.322219
2101	3.322426
2102	3.322633
2103	3.322839
2104	3.323046
2105	3.323252
2106	3.323458
2107	3.323665
2108	3.323871
2109	3.324077
2110	3.324282
2111	3.324488
2112	3.324694
2113	3.324899
2114	3.325105

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2115	3.325310	2130	3.328380	2145	3.331427
2116	3.325516	2131	3.328583	2146	3.331630
2117	3.325721	2132	3.328787	2147	3.331832
2118	3.325926	2133	3.328991	2148	3.332034
2119	3.326131	2134	3.329194	2149	3.332236
2120	3.326336	2135	3.329398	2150	3.332438
2121	3.326541	2136	3.329601	2151	3.332640
2122	3.326745	2137	3.329805	2152	3.332842
2123	3.326950	2138	3.330008	2153	3.333044
2124	3.327155	2139	3.330211	2154	3.333246
2125	3.327359	2140	3.330414	2155	3.333447
2126	3.327563	2141	3.330617	2156	3.333649
2127	3.327767	2142	3.330819	2157	3.333850
2128	3.327972	2143	3.331022	2158	3.334051
2129	3.328176	2144	3.331225	2159	3.334253

'	*Sin.* 12	*Tang.* 12	*Cotang.* 12	*Cosin.* 12	
0	9.317879	9.327474	0.672525	9.990404	60
1	9.318473	9.328095	0.671905	9.990378	59
2	9.319066	9.328715	0.671285	9.990351	58
3	9.319658	9.329334	0.670666	9.990324	57
4	9.320249	9.329953	0.670047	9.990297	56
5	9.320840	9.330570	0.669430	9.990270	55
6	9.321430	9.331187	0.668813	9.990243	54
7	9.322019	9.331803	0.668197	9.990215	53
8	9.322607	9.332418	0.667582	9.990188	52
9	9.323194	9.333033	0.666967	9.990161	51
10	9.323780	9.333646	0.666354	9.990134	50
11	9.324366	9.334259	0.665741	9.990107	49
12	9.324950	9.334871	0.665129	9.990079	48
13	9.325534	9.335482	0.664518	9.990052	47
14	9.326117	9.336093	0.663907	9.990025	46
15	9.326700	9.336702	0.663298	9.989997	45
16	9.327281	9.337311	0.662689	9.989970	44
17	9.327862	9.337919	0.662081	9.989942	43
18	9.328442	9.338527	0.661473	9.989915	42
19	9.329021	9.339133	0.660867	9.989887	41
20	9.329599	9.339739	0.660261	9.989860	40
21	9.330176	9.340344	0.659656	9.989832	39
22	9.330752	9.340948	0.659052	9.989804	38
23	9.331329	9.341552	0.658448	9.989777	37
24	9.331903	9.342155	0.657845	9.989749	36
25	9.332478	9.342757	0.657243	9.989721	35
26	9.333051	9.343358	0.656642	9.989693	34
27	9.333624	9.343958	0.656042	9.989665	33
28	9.334195	9.344558	0.655442	9.989637	32
29	9.334767	9.345157	0.654843	9.989610	31
30	9.335337	9.345755	0.654245	9.989582	30
	Cosin. 77	*Cotang.* 77	*Tang.* 77	*Sin.* 77	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
2160	3.334454						
2161	3.334655						
2162	3.334856						
2163	3.335056						
2164	3.335257						
2165	3.335458						
2166	3.335658						
2167	3.335859						
2168	3.336059						
2169	3.336260						
2170	3.336460						
2171	3.336660						
2172	3.336860						
2173	3.337060						
2174	3.337260						
2175	3.337459						
2176	3.337659						
2177	3.337858						
2178	3.338058						
2179	3.338257						
2180	3.338456						
2181	3.338656						
2182	3.338855						
2183	3.339054						
2184	3.339253						
2185	3.339451						
2186	3.339650						
2187	3.339849						
2188	3.340047						
2189	3.340246						
2190	3.340444	2205	3.343409	2220	3.346353	2235	3.349278
2191	3.340642	2206	3.343606	2221	3.346549	2236	3.349472
2192	3.340841	2207	3.343802	2222	3.346744	2237	3.349666
2193	3.341039	2208	3.343999	2223	3.346939	2238	3.349860
2194	3.341237	2209	3.344196	2224	3.347135	2239	3.350054
2195	3.341435	2210	3.344392	2225	3.347330	2240	3.350248
2196	3.341632	2211	3.344589	2226	3.347525	2241	3.350442
2197	3.341830	2212	3.344785	2227	3.347720	2242	3.350636
2198	3.342028	2213	3.344981	2228	3.347915	2243	3.350829
2199	3.342225	2214	3.345178	2229	3.348110	2244	3.351023
2200	3.342423	2215	3.345374	2230	3.348305	2245	3.351216
2201	3.342620	2216	3.345570	2231	3.348500	2246	3.351410
2202	3.342817	2217	3.345766	2232	3.348694	2247	3.351603
2203	3.343014	2218	3.345962	2233	3.348889	2248	3.351796
2204	3.343212	2219	3.346157	2234	3.349083	2249	3.351989

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2250	3.352183
2251	3.352375
2252	3.352568
2253	3.352761
2254	3.352954
2255	3.353147
2256	3.353339
2257	3.353532
2258	3.353724
2259	3.353916
2260	3.354108
2261	3.354301
2262	3.354493
2263	3.354685
2264	3.354876
2265	3.355068
2266	3.355260
2267	3.355452
2268	3.355643
2269	3.355834
2270	3.356026
2271	3.356217
2272	3.356408
2273	3.356599
2274	3.356790
2275	3.356981
2276	3.357172
2277	3.357363
2278	3.357554
2279	3.357744
2280	3.357935
2281	3.358125
2282	3.358316
2283	3.358506
2284	3.358696
2285	3.358886
2286	3.359076
2287	3.359266
2288	3.359456
2289	3.359646
2290	3.359835
2291	3.360025
2292	3.360215
2293	3.360404
2294	3.360593

′	Sin. 12	Tang. 12	Cotang. 12	Cosin. 12	
30	9.335337	9.345755	0.654245	9.989582	30
31	9.335906	9.346353	0.653647	9.989553	29
32	9.336475	9.346949	0.653051	9.989525	28
33	9.337043	9.347545	0.652455	9.989497	27
34	9.337610	9.348141	0.651859	9.989469	26
35	9.338176	9.348735	0.651265	9.989441	25
36	9.338742	9.349329	0.650671	9.989413	24
37	9.339307	9.349922	0.650078	9.989385	23
38	9.339871	9.350514	0.649486	9.989356	22
39	9.340434	9.351106	0.648894	9.989328	21
40	9.340996	9.351697	0.648303	9.989300	20
41	9.341558	9.352287	0.647713	9.989271	19
42	9.342119	9.352876	0.647124	9.989243	18
43	9.342679	9.353465	0.646535	9.989214	17
44	9.343239	9.354053	0.645947	9.989186	16
45	9.343797	9.354640	0.645360	9.989157	15
46	9.344355	9.355227	0.644773	9.989128	14
47	9.344912	9.355813	0.644187	9.989100	13
48	9.345469	9.356398	0.643602	9.989071	12
49	9.346024	9.356982	0.643018	9.989042	11
50	9.346579	9.357566	0.642434	9.989014	10
51	9.347134	9.358149	0.641851	9.988985	9
52	9.347687	9.358731	0.641269	9.988956	8
53	9.348240	9.359313	0.640687	9.988927	7
54	9.348792	9.359893	0.640107	9.988898	6
55	9.349343	9.360474	0.639526	9.988869	5
56	9.349893	9.361053	0.638947	9.988840	4
57	9.350443	9.361632	0.638368	9.988811	3
58	9.350992	9.362210	0.637790	9.988782	2
59	9.351540	9.362787	0.637213	9.988753	1
60	9.352088	9.363364	0.636636	9.988724	0
	Cosin. 77	Cotang. 77	Tang. 77	Sin. 77	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2295	3.360783	2310	3.363612	2325	3.366423
2296	3.360972	2311	3.363800	2326	3.366610
2297	3.361161	2312	3.363988	2327	3.366796
2298	3.361350	2313	3.364176	2328	3.366983
2299	3.361539	2314	3.364363	2329	3.367169
2300	3.361728	2315	3.364551	2330	3.367356
2301	3.361917	2316	3.364739	2331	3.367542
2302	3.362105	2317	3.364926	2332	3.367729
2303	3.362294	2318	3.365113	2333	3.367915
2304	3.362482	2319	3.365301	2334	3.368101
2305	3.362671	2320	3.365488	2335	3.368287
2306	3.362859	2321	3.365675	2336	3.368473
2307	3.363048	2322	3.365862	2337	3.368659
2308	3.363236	2323	3.366049	2338	3.368844
2309	3.363424	2324	3.366236	2339	3.369030

′	Sin. 14	Tang. 14	Cotang. 14	Cosin. 14	
0	9.383675	9.396771	0.603229	9.986904	60
1	9.384182	9.397309	0.602691	9.986873	59
2	9.384687	9.397846	0.602154	9.986841	58
3	9.385192	9.398383	0.601617	9.986809	57
4	9.385697	9.398919	0.601081	9.986778	56
5	9.386201	9.399455	0.600545	9.986746	55
6	9.386704	9.399990	0.600010	9.986714	54
7	9.387207	9.400524	0.599476	9.986683	53
8	9.387709	9.401058	0.598942	9.986651	52
9	9.388210	9.401591	0.598409	9.986619	51
10	9.388711	9.402124	0.597876	9.986587	50
11	9.389211	9.402656	0.597344	9.986555	49
12	9.389711	9.403187	0.596813	9.986523	48
13	9.390210	9.403718	0.596282	9.986491	47
14	9.390708	9.404249	0.595751	9.986459	46
15	9.391206	9.404778	0.595222	9.986427	45
16	9.391703	9.405308	0.594692	9.986395	44
17	9.392199	9.405836	0.594164	9.986363	43
18	9.392695	9.406364	0.593636	9.986331	42
19	9.393191	9.406892	0.593108	9.986299	41
20	9.393685	9.407419	0.592581	9.986266	40
21	9.394179	9.407945	0.592055	9.986234	39
22	9.394673	9.408471	0.591529	9.986202	38
23	9.395166	9.408996	0.591004	9.986169	37
24	9.395658	9.409521	0.590479	9.986137	36
25	9.396150	9.410045	0.589955	9.986104	35
26	9.396641	9.410569	0.589431	9.986072	34
27	9.397132	9.411092	0.588908	9.986039	33
28	9.397621	9.411615	0.588385	9.986007	32
29	9.398111	9.412137	0.587863	9.985974	31
30	9.398600	9.412658	0.587342	9.985942	30
	Cosin. 75	Cotang. 75	Tang. 75	Sin. 75	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
2520	3.401401
2521	3.401573
2522	3.401745
2523	3.401917
2524	3.402089
2525	3.402261
2526	3.402433
2527	3.402605
2528	3.402777
2529	3.402949
2530	3.403121
2531	3.403292
2532	3.403464
2533	3.403635
2534	3.403807
2535	3.403978
2536	3.404149
2537	3.404320
2538	3.404492
2539	3.404663
2540	3.404834
2541	3.405005
2542	3.405176
2543	3.405346
2544	3.405517
2545	3.405688
2546	3.405858
2547	3.406029
2548	3.406199
2549	3.406370
2550	3.406540
2551	3.406710
2552	3.406881
2553	3.407051
2554	3.407221
2555	3.407391
2556	3.407561
2557	3.407731
2558	3.407901
2559	3.408070
2560	3.408240
2561	3.408410
2562	3.408579
2563	3.408749
2564	3.408918

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2565	3.409087	2580	3.411620	2595	3.414137
2566	3.409257	2581	3.411788	2596	3.414305
2567	3.409426	2582	3.411956	2597	3.414472
2568	3.409595	2583	3.412124	2598	3.414639
2569	3.409764	2584	3.412293	2599	3.414806
2570	3.409933	2585	3.412461	2600	3.414973
2571	3.410102	2586	3.412629	2601	3.415140
2572	3.410271	2587	3.412796	2602	3.415307
2573	3.410440	2588	3.412964	2603	3.415474
2574	3.410609	2589	3.413132	2604	3.415641
2575	3.410777	2590	3.413300	2605	3.415808
2576	3.410946	2591	3.413467	2606	3.415974
2577	3.411114	2592	3.413635	2607	3.416141
2578	3.411283	2593	3.413803	2608	3.416308
2579	3.411451	2594	3.413970	2609	3.416474

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2610	3.416641
2611	3.416807
2612	3.416973
2613	3.417139
2614	3.417306
2615	3.417472
2616	3.417638
2617	3.417804
2618	3.417970
2619	3.418135
2620	3.418301
2621	3.418467
2622	3.418633
2623	3.418798
2624	3.418964
2625	3.419129
2626	3.419295
2627	3.419460
2628	3.419625
2629	3.419791
2630	3.419956
2631	3.420121
2632	3.420286
2633	3.420451
2634	3.420616
2635	3.420781
2636	3.420945
2637	3.421110
2638	3.421275
2639	3.421439
2640	3.421604
2641	3.421768
2642	3.421933
2643	3.422097
2644	3.422261
2645	3.422426
2646	3.422590
2647	3.422754
2648	3.422918
2649	3.423082
2650	3.423246
2651	3.423410
2652	3.423574
2653	3.423737
2654	3.423901

′	Sin. 14	Tang. 14	Cotang. 14	Cosin. 14	
30	9.398600	9.412658	0.587342	9.985942	30
31	9.399088	9.413179	0.586821	9.985909	29
32	9.399575	9.413699	0.586301	9.985876	28
33	9.400062	9.414219	0.585781	9.985843	27
34	9.400549	9.414738	0.585262	9.985811	26
35	9.401035	9.415257	0.584743	9.985778	25
36	9.401520	9.415775	0.584225	9.985745	24
37	9.402005	9.416293	0.583707	9.985712	23
38	9.402489	9.416810	0.583190	9.985679	22
39	9.402972	9.417326	0.582674	9.985646	21
40	9.403455	9.417842	0.582158	9.985613	20
41	9.403938	9.418358	0.581642	9.985580	19
42	9.404420	9.418873	0.581127	9.985547	18
43	9.404901	9.419387	0.580613	9.985514	17
44	9.405382	9.419901	0.580099	9.985480	16
45	9.405862	9.420415	0.579585	9.985447	15
46	9.406341	9.420927	0.579073	9.985414	14
47	9.406820	9.421440	0.578560	9.985381	13
48	9.407299	9.421952	0.578048	9.985347	12
49	9.407777	9.422463	0.577537	9.985314	11
50	9.408254	9.422974	0.577026	9.985280	10
51	9.408731	9.423484	0.576516	9.985247	9
52	9.409207	9.423993	0.576007	9.985213	8
53	9.409682	9.424503	0.575497	9.985180	7
54	9.410157	9.425011	0.574989	9.985146	6
55	9.410632	9.425519	0.574481	9.985113	5
56	9.411106	9.426027	0.573973	9.985079	4
57	9.411579	9.426534	0.573466	9.985045	3
58	9.412052	9.427041	0.572959	9.985011	2
59	9.412524	9.427547	0.572453	9.984978	1
60	9.412996	9.428052	0.571948	9.984944	0
	Cosin. 75	Cotang. 75	Tang. 75	Sin. 75	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2655	3.424065	2670	3.426511	2685	3.428944
2656	3.424228	2671	3.426674	2686	3.429106
2657	3.424392	2672	3.426836	2687	3.429268
2658	3.424555	2673	3.426999	2688	3.429429
2659	3.424718	2674	3.427161	2689	3.429591
2660	3.424882	2675	3.427324	2690	3.429752
2661	3.425045	2676	3.427486	2691	3.429914
2662	3.425208	2677	3.427648	2692	3.430076
2663	3.425371	2678	3.427811	2693	3.430236
2664	3.425534	2679	3.427973	2694	3.430398
2665	3.425697	2680	3.428135	2695	3.430559
2666	3.425860	2681	3.428297	2696	3.430720
2667	3.426023	2682	3.428459	2697	3.430881
2668	3.426186	2683	3.428621	2698	3.431042
2669	3.426349	2684	3.428783	2699	3.431203

'	Sin. 15	Tang. 15	Cotang. 15	Cosin. 15	
0	9.412996	9.428052	0.571948	9.984944	60
1	9.413467	9.428558	0.571442	9.984910	59
2	9.413938	9.429062	0.570938	9.984876	58
3	9.414408	9.429566	0.570434	9.984842	57
4	9.414878	9.430070	0.569930	9.984808	56
5	9.415347	9.430573	0.569427	9.984774	55
6	9.415815	9.431075	0.568925	9.984740	54
7	9.416283	9.431577	0.568423	9.984706	53
8	9.416751	9.432079	0.567921	9.984672	52
9	9.417217	9.432580	0.567420	9.984638	51
10	9.417684	9.433080	0.566920	9.984603	50
11	9.418150	9.433580	0.566420	9.984569	49
12	9.418615	9.434080	0.565920	9.984535	48
13	9.419079	9.434579	0.565421	9.984500	47
14	9.419544	9.435078	0.564922	9.984466	46
15	9.420007	9.435576	0.564424	9.984432	45
16	9.420470	9.436073	0.563927	9.984397	44
17	9.420933	9.436570	0.563430	9.984363	43
18	9.421395	9.437067	0.562933	9.984328	42
19	9.421857	9.437563	0.562437	9.984294	41
20	9.422318	9.438059	0.561941	9.984259	40
21	9.422778	9.438554	0.561446	9.984224	39
22	9.423238	9.439048	0.560952	9.984190	38
23	9.423697	9.439543	0.560457	9.984155	37
24	9.424156	9.440036	0.559964	9.984120	36
25	9.424615	9.440529	0.559471	9.984085	35
26	9.425073	9.441022	0.558978	9.984050	34
27	9.425530	9.441514	0.558486	9.984015	33
28	9.425987	9.442006	0.557994	9.983981	32
29	9.426443	9.442497	0.557503	9.983946	31
30	9.426899	9.442988	0.557012	9.983911	30
	Cosin. 74	Cotang. 74	Tang. 74	Sin. 74	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2700	3.431364
2701	3.431525
2702	3.431685
2703	3.431846
2704	3.432007
2705	3.432167
2706	3.432328
2707	3.432488
2708	3.432649
2709	3.432809
2710	3.432969
2711	3.433130
2712	3.433290
2713	3.433450
2714	3.433610
2715	3.433770
2716	3.433930
2717	3.434090
2718	3.434249
2719	3.434409
2720	3.434569
2721	3.434729
2722	3.434888
2723	3.435048
2724	3.435207
2725	3.435367
2726	3.435526
2727	3.435685
2728	3.435844
2729	3.436004
2730	3.436163
2731	3.436322
2732	3.436481
2733	3.436640
2734	3.436799
2735	3.436957
2736	3.437116
2737	3.437275
2738	3.437433
2739	3.437592
2740	3.437751
2741	3.437909
2742	3.438067
2743	3.438226
2744	3.438384

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2745	3.438542	2760	3.440909	2775	3.443263
2746	3.438701	2761	3.441066	2776	3.443419
2747	3.438859	2762	3.441224	2777	3.443576
2748	3.439017	2763	3.441381	2778	3.443732
2749	3.439175	2764	3.441538	2779	3.443889
2750	3.439333	2765	3.441695	2780	3.444045
2751	3.439491	2766	3.441852	2781	3.444201
2752	3.439648	2767	3.442009	2782	3.444357
2753	3.439806	2768	3.442166	2783	3.444513
2754	3.439964	2769	3.442323	2784	3.444669
2755	3.440122	2770	3.442480	2785	3.444825
2756	3.440279	2771	3.442637	2786	3.444981
2757	3.440437	2772	3.442793	2787	3.445137
2758	3.440594	2773	3.442950	2788	3.445293
2759	3.440752	2774	3.443106	2789	3.445449

′	Sin. 15	Tang. 15	Cotang. 15	Cofin. 15	
30	9.426899	9.442988	0.557012	9.983911	30
31	9.427354	9.443479	0.556521	9.983875	29
32	9.427809	9.443968	0.556032	9.983840	28
33	9.428263	9.444458	0.555542	9.983805	27
34	9.428717	9.444947	0.555053	9.983770	26
35	9.429170	9.445435	0.554565	9.983735	25
36	9.429623	9.445923	0.554077	9.983700	24
37	9.430075	9.446411	0.553589	9.983664	23
38	9.430527	9.446898	0.553102	9.983629	22
39	9.430978	9.447384	0.552616	9.983594	21
40	9.431429	9.447870	0.552130	9.983558	20
41	9.431879	9.448356	0.551644	9.983523	19
42	9.432329	9.448841	0.551159	9.983487	18
43	9.432778	9.449326	0.550674	9.983452	17
44	9.433226	9.449810	0.550190	9.983416	16
45	9.433675	9.450294	0.549706	9.983381	15
46	9.434122	9.450777	0.549223	9.983345	14
47	9.434569	9.451260	0.548740	9.983309	13
48	9.435016	9.451743	0.548257	9.983273	12
49	9.435462	9.452225	0.547775	9.983238	11
50	9.435908	9.452706	0.547294	9.983202	10
51	9.436353	9.453187	0.546813	9.983166	9
52	9.436798	9.453668	0.546332	9.983130	8
53	9.437242	9.454148	0.545852	9.983094	7
54	9.437686	9.454628	0.545372	9.983058	6
55	9.438129	9.455107	0.544893	9.983022	5
56	9.438572	9.455586	0.544414	9.982986	4
57	9.439014	9.456064	0.543936	9.982950	3
58	9.439456	9.456542	0.543458	9.982914	2
59	9.439897	9.457019	0.542981	9.982878	1
60	9.440338	9.457496	0.542504	9.982842	0
	Cofin. 74	Cotang. 74	Tang. 74	Sin. 74	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2790	3.445604
2791	3.445760
2792	3.445915
2793	3.446071
2794	3.446226
2795	3.446382
2796	3.446537
2797	3.446692
2798	3.446848
2799	3.447003
2800	3.447158
2801	3.447313
2802	3.447468
2803	3.447623
2804	3.447778
2805	3.447933
2806	3.448088
2807	3.448242
2808	3.448397
2809	3.448552
2810	3.448706
2811	3.448861
2812	3.449015
2813	3.449170
2814	3.449324
2815	3.449478
2816	3.449633
2817	3.449787
2818	3.449941
2819	3.450095
2820	3.450249
2821	3.450403
2822	3.450557
2823	3.450711
2824	3.450865
2825	3.451018
2826	3.451172
2827	3.451326
2828	3.451479
2829	3.451633
2830	3.451786
2831	3.451940
2832	3.452093
2833	3.452247
2834	3.452400

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
2835	3.452553	2850	3.454845	2865	3.457125
2836	3.452706	2851	3.454997	2866	3.457276
2837	3.452859	2852	3.455150	2867	3.457428
2838	3.453012	2853	3.455302	2868	3.457579
2839	3.453165	2854	3.455454	2869	3.457731
2840	3.453318	2855	3.455606	2870	3.457882
2841	3.453471	2856	3.455758	2871	3.458033
2842	3.453624	2857	3.455910	2872	3.458184
2843	3.453777	2858	3.456062	2873	3.458336
2844	3.453930	2859	3.456214	2874	3.458487
2845	3.454082	2860	3.456366	2875	3.458638
2846	3.454235	2861	3.456518	2876	3.458789
2847	3.454387	2862	3.456670	2877	3.458940
2848	3.454540	2863	3.456821	2878	3.459091
2849	3.454692	2864	3.456973	2879	3.459242

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 16	Tang. 16	Cotang. 16	Cosin. 16	
0	9.440338	9.457496	0.542504	9.982842	60
1	9.440778	9.457973	0.542027	9.982805	59
2	9.441218	9.458449	0.541551	9.982769	58
3	9.441658	9.458925	0.541075	9.982733	57
4	9.442096	9.459400	0.540600	9.982696	56
5	9.442535	9.459875	0.540125	9.982660	55
6	9.442973	9.460349	0.539651	9.982624	54
7	9.443410	9.460823	0.539177	9.982587	53
8	9.443847	9.461297	0.538703	9.982551	52
9	9.444284	9.461770	0.538230	9.982514	51
10	9.444720	9.462242	0.537758	9.982477	50
11	9.445155	9.462715	0.537285	9.982441	49
12	9.445590	9.463186	0.536814	9.982404	48
13	9.446025	9.463658	0.536342	9.982367	47
14	9.446459	9.464128	0.535872	9.982331	46
15	9.446893	9.464599	0.535401	9.982294	45
16	9.447326	9.465069	0.534931	9.982257	44
17	9.447759	9.465539	0.534461	9.982220	43
18	9.448191	9.466008	0.533992	9.982183	42
19	9.448623	9.466477	0.533523	9.982146	41
20	9.449054	9.466945	0.533055	9.982109	40
21	9.449485	9.467413	0.532587	9.982072	39
22	9.449915	9.467880	0.532120	9.982035	38
23	9.450345	9.468347	0.531653	9.981998	37
24	9.450775	9.468814	0.531186	9.981961	36
25	9.451204	9.469280	0.530720	9.981924	35
26	9.451632	9.469746	0.530254	9.981886	34
27	9.452060	9.470211	0.529789	9.981849	33
28	9.452488	9.470676	0.529324	9.981812	32
29	9.452915	9.471141	0.528859	9.981774	31
30	9.453342	9.471605	0.528395	9.981737	30
	Cosin. 73	Cotang. 73	Tang. 73	Sin. 73	′

Nomb.	Logarith.
2880	3.459392
2881	3.459543
2882	3.459694
2883	3.459845
2884	3.459995
2885	3.460146
2886	3.460296
2887	3.460447
2888	3.460597
2889	3.460748
2890	3.460898
2891	3.461048
2892	3.461198
2893	3.461348
2894	3.461499
2895	3.461649
2896	3.461799
2897	3.461948
2898	3.462098
2899	3.462248
2900	3.462398
2901	3.462548
2902	3.462697
2903	3.462847
2904	3.462997
2905	3.463146
2906	3.463296
2907	3.463445
2908	3.463594
2909	3.463744
2910	3.463893
2911	3.464042
2912	3.464191
2913	3.464340
2914	3.464490
2915	3.464639
2916	3.464788
2917	3.464936
2918	3.465085
2919	3.465234
2920	3.465383
2921	3.465532
2922	3.465680
2923	3.465829
2924	3.465977
2925	3.466126
2926	3.466274
2927	3.466423
2928	3.466571
2929	3.466719
2930	3.466868
2931	3.467016
2932	3.467164
2933	3.467312
2934	3.467460
2935	3.467608
2936	3.467756
2937	3.467904
2938	3.468052
2939	3.468200
2940	3.468347
2941	3.468495
2942	3.468643
2943	3.468790
2944	3.468938
2945	3.469085
2946	3.469233
2947	3.469380
2948	3.469527
2949	3.469675
2950	3.469822
2951	3.469969
2952	3.470116
2953	3.470263
2954	3.470410
2955	3.470557
2956	3.470704
2957	3.470851
2958	3.470998
2959	3.471145
2960	3.471292
2961	3.471438
2962	3.471585
2963	3.471732
2964	3.471878
2965	3.472025
2966	3.472171
2967	3.472318
2968	3.472464
2969	3.472610

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
2970	3.472756
2971	3.472903
2972	3.473049
2973	3.473195
2974	3.473341
2975	3.473487
2976	3.473633
2977	3.473779
2978	3.473925
2979	3.474071
2980	3.474216
2981	3.474362
2982	3.474508
2983	3.474653
2984	3.474799
2985	3.474944
2986	3.475090
2987	3.475235
2988	3.475381
2989	3.475526
2990	3.475671
2991	3.475816
2992	3.475962
2993	3.476107
2994	3.476252
2995	3.476397
2996	3.476542
2997	3.476687
2998	3.476832
2999	3.476976
3000	3.477121
3001	3.477266
3002	3.477411
3003	3.477555
3004	3.477700
3005	3.477844
3006	3.477989
3007	3.478133
3008	3.478278
3009	3.478422
3010	3.478566
3011	3.478711
3012	3.478855
3013	3.478999
3014	3.479143

′	*Sin.* 16	*Tang.* 16	*Cotang.* 16	*Cosin.* 16	
30	9.453342	9.471605	0.528395	9.981737	30
31	9.453768	9.472069	0.527931	9.981700	29
32	9.454194	9.472532	0.527468	9.981662	28
33	9.454619	9.472995	0.527005	9.981625	27
34	9.455044	9.473457	0.526543	9.981587	26
35	9.455469	9.473919	0.526081	9.981549	25
36	9.455893	9.474381	0.525619	9.981512	24
37	9.456316	9.474842	0.525158	9.981474	23
38	9.456739	9.475303	0.524697	9.981436	22
39	9.457162	9.475763	0.524237	9.981399	21
40	9.457584	9.476223	0.523777	9.981361	20
41	9.458006	9.476683	0.523317	9.981323	19
42	9.458427	9.477142	0.522858	9.981285	18
43	9.458848	9.477601	0.522399	9.981247	17
44	9.459268	9.478059	0.521941	9.981209	16
45	9.459688	9.478517	0.521483	9.981171	15
46	9.460108	9.478975	0.521025	9.981133	14
47	9.460527	9.479432	0.520568	9.981095	13
48	9.460946	9.479889	0.520111	9.981057	12
49	9.461364	9.480345	0.519655	9.981019	11
50	9.461782	9.480801	0.519199	9.980981	10
51	9.462199	9.481257	0.518743	9.980942	9
52	9.462616	9.481712	0.518288	9.980904	8
53	9.463032	9.482167	0.517833	9.980866	7
54	9.463448	9.482621	0.517379	9.980827	6
55	9.463864	9.483075	0.516925	9.980789	5
56	9.464279	9.483529	0.516471	9.980750	4
57	9.464694	9.483982	0.516018	9.980712	3
58	9.465108	9.484435	0.515565	9.980673	2
59	9.465522	9.484887	0.515113	9.980635	1
60	9.465935	9.485339	0.514661	9.980596	0
	Cosin. 73	*Cotang.* 73	*Tang.* 73	*Sin.* 73	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3015	3.479287	3030	3.481443	3045	3.483587
3016	3.479431	3031	3.481586	3046	3.483730
3017	3.479575	3032	3.481729	3047	3.483872
3018	3.479719	3033	3.481872	3048	3.484015
3019	3.479863	3034	3.482016	3049	3.484157
3020	3.480007	3035	3.482159	3050	3.484300
3021	3.480151	3036	3.482302	3051	3.484442
3022	3.480294	3037	3.482445	3052	3.484584
3023	3.480438	3038	3.482588	3053	3.484727
3024	3.480582	3039	3.482731	3054	3.484869
3025	3.480725	3040	3.482874	3055	3.485011
3026	3.480869	3041	3.483016	3056	3.485153
3027	3.481012	3042	3.483159	3057	3.485295
3028	3.481156	3043	3.483302	3058	3.485437
3029	3.481299	3044	3.483445	3059	3.485579

′	Sin. 17	Tang. 17	Cotang. 17	Cosin. 17	
0	9.465935	9.485339	0.514661	9.980596	60
1	9.466348	9.485791	0.514209	9.980558	59
2	9.466761	9.486242	0.513758	9.980519	58
3	9.467173	9.486693	0.513307	9.980480	57
4	9.467585	9.487143	0.512857	9.980442	56
5	9.467996	9.487593	0.512407	9.980403	55
6	9.468407	9.488043	0.511957	9.980364	54
7	9.468817	9.488492	0.511508	9.980325	53
8	9.469227	9.488941	0.511059	9.980286	52
9	9.469637	9.489390	0.510610	9.980247	51
10	9.470046	9.489838	0.510162	9.980208	50
11	9.470455	9.490286	0.509714	9.980169	49
12	9.470863	9.490733	0.509267	9.980130	48
13	9.471271	9.491180	0.508820	9.980090	47
14	9.471679	9.491627	0.508373	9.980052	46
15	9.472086	9.492073	0.507927	9.980012	45
16	9.472492	9.492519	0.507481	9.979973	44
17	9.472898	9.492965	0.507035	9.979934	43
18	9.473304	9.493410	0.506590	9.979895	42
19	9.473710	9.493854	0.506146	9.979855	41
20	9.474115	9.494299	0.505701	9.979816	40
21	9.474519	9.494743	0.505257	9.979776	39
22	9.474923	9.495186	0.504814	9.979737	38
23	9.475327	9.495630	0.504370	9.979697	37
24	9.475730	9.496073	0.503927	9.979658	36
25	9.476133	9.496515	0.503485	9.979618	35
26	9.476536	9.496957	0.503043	9.979579	34
27	9.476938	9.497399	0.502601	9.979539	33
28	9.477340	9.497841	0.502159	9.979499	32
29	9.477741	9.498282	0.501718	9.979459	31
30	9.478142	9.498722	0.501278	9.979420	30
	Cosin. 72	Cotang. 72	Tang. 72	Sin. 72	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3060	3.485721						
3061	3.485863						
3062	3.486005						
3063	3.486147						
3064	3.486289						
3065	3.486430						
3066	3.486572						
3067	3.486714						
3068	3.486855						
3069	3.486997						
3070	3.487138						
3071	3.487280						
3072	3.487421						
3073	3.487563						
3074	3.487704						
3075	3.487845						
3076	3.487986						
3077	3.488127						
3078	3.488269						
3079	3.488410						
3080	3.488551						
3081	3.488692						
3082	3.488833						
3083	3.488973						
3084	3.489114						
3085	3.489255						
3086	3.489396						
3087	3.489537						
3088	3.489677						
3089	3.489818						
3090	3.489958	3105	3.492062	3120	3.494155	3135	3.496238
3091	3.490099	3106	3.492201	3121	3.494294	3136	3.496376
3092	3.490239	3107	3.492341	3122	3.494433	3137	3.496514
3093	3.490380	3108	3.492481	3123	3.494572	3138	3.496653
3094	3.490520	3109	3.492621	3124	3.494711	3139	3.496791
3095	3.490661	3110	3.492760	3125	3.494850	3140	3.496930
3096	3.490801	3111	3.492900	3126	3.494989	3141	3.497068
3097	3.490941	3112	3.493040	3127	3.495128	3142	3.497206
3098	3.491081	3113	3.493179	3128	3.495267	3143	3.497344
3099	3.491222	3114	3.493319	3129	3.495406	3144	3.497483
3100	3.491362	3115	3.493458	3130	3.495544	3145	3.497621
3101	3.491502	3116	3.493597	3131	3.495683	3146	3.497759
3102	3.491642	3117	3.493737	3132	3.495822	3147	3.497897
3103	3.491782	3118	3.493876	3133	3.495960	3148	3.498035
3104	3.491922	3119	3.494015	3134	3.496099	3149	3.498173

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 17	Tang. 17	Cotang. 17	Cosin. 17	
30	9.478142	9.498722	0.501278	9.979420	30
31	9.478542	9.499163	0.500837	9.979380	29
32	9.478942	9.499603	0.500397	9.979340	28
33	9.479342	9.500042	0.499958	9.979300	27
34	9.479741	9.500481	0.499519	9.979260	26
35	9.480140	9.500920	0.499080	9.979220	25
36	9.480539	9.501359	0.498641	9.979180	24
37	9.480937	9.501797	0.498203	9.979140	23
38	9.481334	9.502235	0.497765	9.979100	22
39	9.481731	9.502672	0.497328	9.979059	21
40	9.482128	9.503109	0.496891	9.979019	20
41	9.482525	9.503546	0.496454	9.978979	19
42	9.482921	9.503982	0.496018	9.978939	18
43	9.483316	9.504418	0.495582	9.978898	17
44	9.483712	9.504854	0.495146	9.978858	16
45	9.484107	9.505289	0.494711	9.978817	15
46	9.484501	9.505724	0.494276	9.978777	14
47	9.484895	9.506159	0.493841	9.978737	13
48	9.485289	9.506593	0.493407	9.978696	12
49	9.485682	9.507027	0.492973	9.978655	11
50	9.486075	9.507460	0.492540	9.978615	10
51	9.486467	9.507893	0.492107	9.978574	9
52	9.486860	9.508326	0.491674	9.978533	8
53	9.487251	9.508759	0.491241	9.978493	7
54	9.487643	9.509191	0.490809	9.978452	6
55	9.488034	9.509622	0.490378	9.978411	5
56	9.488424	9.510054	0.489946	9.978370	4
57	9.488814	9.510485	0.489515	9.978329	3
58	9.489204	9.510916	0.489084	9.978288	2
59	9.489593	9.511346	0.488654	9.978247	1
60	9.489982	9.511776	0.488224	9.978206	0
	Cosin. 72	Cotang. 72	Tang. 72	Sin. 72	′

Nomb.	Logarith.
3150	3.498311
3151	3.498448
3152	3.498586
3153	3.498724
3154	3.498862
3155	3.498999
3156	3.499137
3157	3.499275
3158	3.499412
3159	3.499550
3160	3.499687
3161	3.499824
3162	3.499962
3163	3.500099
3164	3.500236
3165	3.500374
3166	3.500511
3167	3.500648
3168	3.500785
3169	3.500922
3170	3.501059
3171	3.501196
3172	3.501333
3173	3.501470
3174	3.501607
3175	3.501744
3176	3.501880
3177	3.502017
3178	3.502154
3179	3.502291
3180	3.502427
3181	3.502564
3182	3.502700
3183	3.502837
3184	3.502973
3185	3.503109
3186	3.503246
3187	3.503382
3188	3.503518
3189	3.503655
3190	3.503791
3191	3.503927
3192	3.504063
3193	3.504199
3194	3.504335

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3195	3.504471	3210	3.506505	3225	3.508530
3196	3.504607	3211	3.506640	3226	3.508664
3197	3.504743	3212	3.506776	3227	3.508799
3198	3.504878	3213	3.506911	3228	3.508934
3199	3.505014	3214	3.507046	3229	3.509068
3200	3.505150	3215	3.507181	3230	3.509203
3201	3.505286	3216	3.507316	3231	3.509337
3202	3.505421	3217	3.507451	3232	3.509471
3203	3.505557	3218	3.507586	3233	3.509606
3204	3.505693	3219	3.507721	3234	3.509740
3205	3.505828	3220	3.507856	3235	3.509874
3206	3.505964	3221	3.507991	3236	3.510009
3207	3.506099	3222	3.508126	3237	3.510143
3208	3.506234	3223	3.508260	3238	3.510277
3209	3.506370	3224	3.508395	3239	3.510411

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
3240	3.510545
3241	3.510679
3242	3.510813
3243	3.510947
3244	3.511081
3245	3.511215
3246	3.511349
3247	3.511482
3248	3.511616
3249	3.511750
3250	3.511883
3251	3.512017
3252	3.512151
3253	3.512284
3254	3.512418
3255	3.512551
3256	3.512684
3257	3.512818
3258	3.512951
3259	3.513084
3260	3.513218
3261	3.513351
3262	3.513484
3263	3.513617
3264	3.513750
3265	3.513883
3266	3.514016
3267	3.514149
3268	3.514282
3269	3.514415
3270	3.514548
3271	3.514680
3272	3.514813
3273	3.514946
3274	3.515079
3275	3.515211
3276	3.515344
3277	3.515476
3278	3.515609
3279	3.515741
3280	3.515874
3281	3.516006
3282	3.516139
3283	3.516271
3284	3.516403

′	Sin. 18	Tang. 18	Cotang. 18	Cosin. 18	
0	9.489982	9.511776	0.488224	9.978206	60
1	9.490371	9.512206	0.487794	9.978165	59
2	9.490759	9.512635	0.487365	9.978124	58
3	9.491147	9.513064	0.486936	9.978083	57
4	9.491535	9.513493	0.486507	9.978042	56
5	9.491922	9.513921	0.486079	9.978001	55
6	9.492308	9.514349	0.485651	9.977959	54
7	9.492695	9.514777	0.485223	9.977918	53
8	9.493081	9.515204	0.484796	9.977877	52
9	9.493466	9.515631	0.484369	9.977835	51
10	9.493851	9.516057	0.483943	9.977794	50
11	9.494236	9.516484	0.483516	9.977752	49
12	9.494621	9.516910	0.483090	9.977711	48
13	9.495005	9.517335	0.482665	9.977669	47
14	9.495388	9.517761	0.482239	9.977628	46
15	9.495772	9.518186	0.481814	9.977586	45
16	9.496154	9.518610	0.481390	9.977544	44
17	9.496537	9.519034	0.480966	9.977503	43
18	9.496919	9.519458	0.480542	9.977461	42
19	9.497301	9.519882	0.480118	9.977419	41
20	9.497682	9.520305	0.479695	9.977377	40
21	9.498064	9.520728	0.479272	9.977335	39
22	9.498444	9.521151	0.478849	9.977293	38
23	9.498825	9.521573	0.478427	9.977251	37
24	9.499204	9.521995	0.478005	9.977209	36
25	9.499584	9.522417	0.477583	9.977167	35
26	9.499963	9.522838	0.477162	9.977125	34
27	9.500342	9.523259	0.476741	9.977083	33
28	9.500721	9.523680	0.476320	9.977041	32
29	9.501099	9.524100	0.475900	9.976999	31
30	9.501476	9.524520	0.475480	9.976957	30
	Cosin. 71	Cotang. 71	Tang. 71	Sin. 71	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3285	3.516535	3300	3.518514	3315	3.520484
3286	3.516668	3301	3.518646	3316	3.520615
3287	3.516800	3302	3.518777	3317	3.520745
3288	3.516932	3303	3.518909	3318	3.520876
3289	3.517064	3304	3.519040	3319	3.521007
3290	3.517196	3305	3.519171	3320	3.521138
3291	3.517328	3306	3.519303	3321	3.521269
3292	3.517460	3307	3.519434	3322	3.521400
3293	3.517592	3308	3.519565	3323	3.521530
3294	3.517724	3309	3.519697	3324	3.521661
3295	3.517855	3310	3.519828	3325	3.521792
3296	3.517987	3311	3.519959	3326	3.521922
3297	3.518119	3312	3.520090	3327	3.522053
3298	3.518251	3313	3.520221	3328	3.522183
3299	3.518382	3314	3.520353	3329	3.522314

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
3330	3.522444
3331	3.522575
3332	3.522705
3333	3.522835
3334	3.522966
3335	3.523096
3336	3.523226
3337	3.523356
3338	3.523486
3339	3.523616
3340	3.523746
3341	3.523876
3342	3.524006
3343	3.524136
3344	3.524266
3345	3.524396
3346	3.524526
3347	3.524656
3348	3.524785
3349	3.524915
3350	3.525045
3351	3.525174
3352	3.525304
3353	3.525434
3354	3.525563
3355	3.525693
3356	3.525822
3357	3.525951
3358	3.526081
3359	3.526210
3360	3.526339
3361	3.526469
3362	3.526598
3363	3.526727
3364	3.526856
3365	3.526985
3366	3.527114
3367	3.527243
3368	3.527372
3369	3.527501
3370	3.527630
3371	3.527759
3372	3.527888
3373	3.528016
3374	3.528145

′	Sin. 18	Tang. 18	Cotang. 18	Cosin. 18	
30	9.501476	9.524520	0.475480	9.976957	30
31	9.501854	9.524940	0.475060	9.976914	29
32	9.502231	9.525359	0.474641	9.976872	28
33	9.502607	9.525778	0.474222	9.976830	27
34	9.502984	9.526197	0.473803	9.976787	26
35	9.503360	9.526615	0.473385	9.976745	25
36	9.503735	9.527033	0.472967	9.976702	24
37	9.504110	9.527451	0.472549	9.976660	23
38	9.504485	9.527868	0.472132	9.976617	22
39	9.504860	9.528285	0.471715	9.976574	21
40	9.505234	9.528702	0.471298	9.976532	20
41	9.505608	9.529119	0.470881	9.976489	19
42	9.505981	9.529535	0 470465	9.976446	18
43	9.506354	9.529951	0.470049	9.976404	17
44	9.506727	9.530366	0.469634	9.976361	16
45	9.507099	9.530781	0.469219	9.976318	15
46	9.507471	9.531196	0.468804	9.976275	14
47	9.507843	9.531611	0.468389	9.976232	13
48	9.508214	9.532025	0.467975	9.976189	12
49	9.508585	9.532439	0.467561	9.976146	11
50	9.508956	9.532853	0.467147	9.976103	10
51	9.509326	9.533266	0.466734	9.976060	9
52	9.509696	9.533679	0.466321	9.976017	8
53	9.510065	9.534092	0.465908	9.975974	7
54	9.510434	9.534504	0.465496	9.975930	6
55	9.510803	9.534916	0.465084	9.975887	5
56	9.511172	9.535328	0.464672	9.975844	4
57	9.511540	9.535739	0.464261	9.975800	3
58	9.511907	9.536150	0.463850	9.975757	2
59	9.512275	9.536561	0.463439	9.975714	1
60	9.512642	9.536972	0.463028	9.975670	0
	Cosin. 71	Cotang. 71	Tang. 71	Sin. 71	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3375	3.528274	3390	3.530200	3405	3.532117
3376	3.528402	3391	3.530328	3406	3.532245
3377	3.528531	3392	3.530456	3407	3.532372
3378	3.528660	3393	3.530584	3408	3.532500
3379	3.528788	3394	3.530712	3409	3.532627
3380	3.528917	3395	3.530840	3410	3.532754
3381	3.529045	3396	3.530968	3411	3.532882
3382	3.529174	3397	3.531096	3412	3.533009
3383	3.529302	3398	3.531223	3413	3.533136
3384	3.529430	3399	3.531351	3414	3.533264
3385	3.529559	3400	3.531479	3415	3.533391
3386	3.529687	3401	3.531607	3416	3.533518
3387	3.529815	3402	3.531734	3417	3.533645
3388	3.529943	3403	3.531862	3418	3.533772
3389	3.530072	3404	3.531990	3419	3.533899

'	Sin. 19	Tang. 19	Cotang. 19	Cosin. 19	'
0	9.512642	9.536972	0.463028	9.975670	60
1	9.513009	9.537382	0.462618	9.975627	59
2	9.513375	9.537792	0.462208	9.975583	58
3	9.513741	9.538202	0.461798	9.975539	57
4	9.514107	9.538611	0.461389	9.975496	56
5	9.514472	9.539020	0.460980	9.975452	55
6	9.514837	9.539429	0.460571	9.975408	54
7	9.515202	9.539837	0.460163	9.975365	53
8	9.515566	9.540245	0.459755	9.975321	52
9	9.515930	9.540653	0.459347	9.975277	51
10	9.516294	9.541061	0.458939	9.975233	50
11	9.516657	9.541468	0.458532	9.975189	49
12	9.517020	9.541875	0.458125	9.975145	48
13	9.517382	9.542281	0.457719	9.975101	47
14	9.517745	9.542688	0.457312	9.975057	46
15	9.518107	9.543094	0.456906	9.975013	45
16	9.518468	9.543499	0.456501	9.974969	44
17	9.518829	9.543905	0.456095	9.974925	43
18	9.519190	9.544310	0.455690	9.974880	42
19	9.519551	9.544715	0.455285	9.974836	41
20	9.519911	9.545119	0.454881	9.974792	40
21	9.520271	9.545524	0.454476	9.974748	39
22	9.520631	9.545928	0.454072	9.974703	38
23	9.520990	9.546331	0.453669	9.974659	37
24	9.521349	9.546735	0.453265	9.974614	36
25	9.521707	9.547138	0.452862	9.974570	35
26	9.522066	9.547540	0.452460	9.974525	34
27	9.522424	9.547943	0.452057	9.974481	33
28	9.522781	9.548345	0.451655	9.974436	32
29	9.523138	9.548747	0.451253	9.974391	31
30	9.523495	9.549149	0.450851	9.974347	30
	Cosin. 70	Cotang. 70	Tang. 70	Sin. 70	'

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
3420	3.534026
3421	3.534153
3422	3.534280
3423	3.534407
3424	3.534534
3425	3.534661
3426	3.534787
3427	3.534914
3428	3.535041
3429	3.535167
3430	3.535294
3431	3.535421
3432	3.535547
3433	3.535674
3434	3.535800
3435	3.535927
3436	3.536053
3437	3.536180
3438	3.536306
3439	3.536432
3440	3.536558
3441	3.536685
3442	3.536811
3443	3.536937
3444	3.537063
3445	3.537189
3446	3.537315
3447	3.537441
3448	3.537567
3449	3.537693

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3450	3.537819	3465	3.539703	3480	3.541579	3495	3.543447
3451	3.537945	3466	3.539829	3481	3.541704	3496	3.543571
3452	3.538071	3467	3.539954	3482	3.541829	3497	3.543696
3453	3.538197	3468	3.540079	3483	3.541953	3498	3.543820
3454	3.538322	3469	3.540204	3484	3.542078	3499	3.543944
3455	3.538448	3470	3.540329	3485	3.542203	3500	3.544068
3456	3.538574	3471	3.540455	3486	3.542327	3501	3.544192
3457	3.538699	3472	3.540580	3487	3.542452	3502	3.544316
3458	3.538825	3473	3.540705	3488	3.542576	3503	3.544440
3459	3.538951	3474	3.540830	3489	3.542701	3504	3.544564
3460	3.539076	3475	3.540955	3490	3.542825	3505	3.544688
3461	3.539202	3476	3.541080	3491	3.542950	3506	3.544812
3462	3.539327	3477	3.541205	3492	3.543074	3507	3.544936
3463	3.539452	3478	3.541330	3493	3.543199	3508	3.545060
3464	3.539578	3479	3.541454	3494	3.543323	3509	3.545183

LOGARITHMES DES NOMBRES.

'	Sin. 19	Tang. 19	Cotang. 19	Cosin. 19	
30	9.523495	9.549149	0.450851	9.974347	30
31	9.523852	9.549550	0.450450	9.974302	29
32	9.524208	9.549951	0.450049	9.974257	28
33	9.524564	9.550352	0.449648	9.974212	27
34	9.524920	9.550752	0.449248	9.974167	26
35	9.525275	9.551153	0.448847	9.974122	25
36	9.525630	9.551552	0.448448	9.974077	24
37	9.525984	9.551952	0.448048	9.974032	23
38	9.526339	9.552351	0.447649	9.973987	22
39	9.526693	9.552750	0.447250	9.973942	21
40	9.527046	9.553149	0.446851	9.973897	20
41	9.527400	9.553548	0.446452	9.973852	19
42	9.527753	9.553946	0.446054	9.973807	18
43	9.528105	9.554344	0.445656	9.973761	17
44	9.528458	9.554741	0.445259	9.973716	16
45	9.528810	9.555139	0.444861	9.973671	15
46	9.529161	9.555536	0.444464	9.973625	14
47	9.529513	9.555933	0.444067	9.973580	13
48	9.529864	9.556329	0.443671	9.973535	12
49	9.530215	9.556725	0.443275	9.973489	11
50	9.530565	9.557121	0.442879	9.973444	10
51	9.530915	9.557517	0.442483	9.973398	9
52	9.531265	9.557913	0.442087	9.973352	8
53	9.531614	9.558308	0.441692	9.973307	7
54	9.531963	9.558703	0.441297	9.973261	6
55	9.532312	9.559097	0.440903	9.973215	5
56	9.532661	9.559491	0.440509	9.973169	4
57	9.533009	9.559885	0.440115	9.973124	3
58	9.533357	9.560279	0.439721	9.973078	2
59	9.533704	9.560673	0.439327	9.973032	1
60	9.534052	9.561066	0.438934	9.972986	0
	Cosin. 70	Cotang. 70	Tang. 70	Sin. 70	'

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3510	3.545307	3555	3.550840	3570	3.552668	3585	3.554489
3511	3.545431	3556	3.550962	3571	3.552790	3586	3.554610
3512	3.545555	3557	3.551084	3572	3.552911	3587	3.554731
3513	3.545678	3558	3.551206	3573	3.553033	3588	3.554852
3514	3.545802	3559	3.551328	3574	3.553155	3589	3.554973
3515	3.545925	3560	3.551450	3575	3.553276	3590	3.555094
3516	3.546049	3561	3.551572	3576	3.553398	3591	3.555215
3517	3.546172	3562	3.551694	3577	3.553519	3592	3.555336
3518	3.546296	3563	3.551816	3578	3.553640	3593	3.555457
3519	3.546419	3564	3.551938	3579	3.553762	3594	3.555578
3520	3.546543	3565	3.552060	3580	3.553883	3595	3.555699
3521	3.546666	3566	3.552181	3581	3.554004	3596	3.555820
3522	3.546789	3567	3.552303	3582	3.554126	3597	3.555940
3523	3.546913	3568	3.552425	3583	3.554247	3598	3.556061
3524	3.547036	3569	3.552547	3584	3.554368	3599	3.556182
3525	3.547159						
3526	3.547282						
3527	3.547405						
3528	3.547529						
3529	3.547652						
3530	3.547775						
3531	3.547898						
3532	3.548021						
3533	3.548144						
3534	3.548267						
3535	3.548389						
3536	3.548512						
3537	3.548635						
3538	3.548758						
3539	3.548881						
3540	3.549003						
3541	3.549126						
3542	3.549249						
3543	3.549371						
3544	3.549494						
3545	3.549616						
3546	3.549739						
3547	3.549861						
3548	3.549984						
3549	3.550106						
3550	3.550228						
3551	3.550351						
3552	3.550473						
3553	3.550595						
3554	3.550717						

′	Sin. 20	Tang. 20	Cotang. 20	Cosin. 20	
0	9.534052	9.561066	0.438934	9.972986	60
1	9.534399	9.561459	0.438541	9.972940	59
2	9.534745	9.561851	0.438149	9.972894	58
3	9.535092	9.562244	0.437756	9.972848	57
4	9.535438	9.562636	0.437364	9.972802	56
5	9.535783	9.563028	0.436972	9.972755	55
6	9.536129	9.563419	0.436581	9.972709	54
7	9.536474	9.563811	0.436189	9.972663	53
8	9.536818	9.564202	0.435798	9.972617	52
9	9.537163	9.564593	0.435407	9.972570	51
10	9.537507	9.564983	0.435017	9.972524	50
11	9.537851	9.565373	0.434627	9.972478	49
12	9.538194	9.565763	0.434237	9.972431	48
13	9.538538	9.566153	0.433847	9.972385	47
14	9.538880	9.566542	0.433458	9.972338	46
15	9.539223	9.566932	0.433068	9.972291	45
16	9.539565	9.567320	0.432680	9.972245	44
17	9.539907	9.567709	0.432291	9.972198	43
18	9.540249	9.568098	0.431902	9.972151	42
19	9.540590	9.568486	0.431514	9.972105	41
20	9.540931	9.568873	0.431127	9.972058	40
21	9.541272	9.569261	0.430739	9.972011	39
22	9.541613	9.569648	0.430352	9.971964	38
23	9.541953	9.570035	0.429965	9.971917	37
24	9.542293	9.570422	0.429578	9.971870	36
25	9.542632	9.570809	0.429191	9.971823	35
26	9.542971	9.571195	0.428805	9.971776	34
27	9.543310	9.571581	0.428419	9.971729	33
28	9.543649	9.571967	0.428033	9.971682	32
29	9.543987	9.572352	0.427648	9.971635	31
30	9.544325	9.572738	0.427262	9.971588	30
	Cosin. 69	Cotang. 69	Tang. 69	Sin. 69	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3600	3.556303	3645	3.561698	3660	3.563481	3675	3.565257
3601	3.556423	3646	3.561817	3661	3.563600	3676	3.565376
3602	3.556544	3647	3.561936	3662	3.563718	3677	3.565494
3603	3.556664	3648	3.562055	3663	3.563837	3678	3.565612
3604	3.556785	3649	3.562174	3664	3.563955	3679	3.565730
3605	3.556905	3650	3.562293	3665	3.564074	3680	3.565848
3606	3.557026	3651	3.562412	3666	3.564192	3681	3.565966
3607	3.557146	3652	3.562531	3667	3.564311	3682	3.566084
3608	3.557267	3653	3.562650	3668	3.564429	3683	3.566202
3609	3.557387	3654	3.562769	3669	3.564548	3684	3.566320
3610	3.557507	3655	3.562887	3670	3.564666	3685	3.566437
3611	3.557627	3656	3.563006	3671	3.564784	3686	3.566555
3612	3.557748	3657	3.563125	3672	3.564903	3687	3.566673
3613	3.557868	3658	3.563244	3673	3.565021	3688	3.566791
3614	3.557988	3659	3.563362	3674	3.565139	3689	3.566909
3615	3.558108						
3616	3.558228						
3617	3.558349						
3618	3.558469						
3619	3.558589						
3620	3.558709						
3621	3.558829						
3622	3.558948						
3623	3.559068						
3624	3.559188						
3625	3.559308						
3626	3.559428						
3627	3.559548						
3628	3.559667						
3629	3.559787						
3630	3.559907						
3631	3.560026						
3632	3.560146						
3633	3.560265						
3634	3.560385						
3635	3.560504						
3636	3.560624						
3637	3.560743						
3638	3.560863						
3639	3.560982						
3640	3.561101						
3641	3.561221						
3642	3.561340						
3643	3.561459						
3644	3.561578						

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
3690	3.567026
3691	3.567144
3692	3.567262
3693	3.567379
3694	3.567497
3695	3.567614
3696	3.567732
3697	3.567849
3698	3.567967
3699	3.568084
3700	3.568202
3701	3.568319
3702	3.568436
3703	3.568554
3704	3.568671
3705	3.568788
3706	3.568905
3707	3.569023
3708	3.569140
3709	3.569257
3710	3.569374
3711	3.569491
3712	3.569608
3713	3.569725
3714	3.569842
3715	3.569959
3716	3.570076
3717	3.570193
3718	3.570309
3719	3.570426
3720	3.570543
3721	3.570660
3722	3.570776
3723	3.570893
3724	3.571010
3725	3.571126
3726	3.571243
3727	3.571359
3728	3.571476
3729	3.571592
3730	3.571709
3731	3.571825
3732	3.571942
3733	3.572058
3734	3.572174

′	Sin. 20	Tang. 20	Cotang. 20	Cosin. 20	
30	9.544325	9.572738	0.427262	9.971588	30
31	9.544663	9.573123	0.426877	9.971540	29
32	9.545000	9.573507	0.426493	9.971493	28
33	9.545338	9.573892	0.426108	9.971446	27
34	9.545674	9.574276	0.425724	9.971398	26
35	9.546011	9.574660	0.425340	9.971351	25
36	9.546347	9.575044	0.424956	9.971303	24
37	9.546683	9.575427	0.424573	9.971256	23
38	9.547019	9.575810	0.424190	9.971208	22
39	9.547354	9.576193	0.423807	9.971161	21
40	9.547689	9.576576	0.423424	9.971113	20
41	9.548024	9.576959	0.423041	9.971066	19
42	9.548359	9.577341	0.422659	9.971018	18
43	9.548693	9.577723	0.422277	9.970970	17
44	9.549027	9.578104	0.421896	9.970922	16
45	9.549360	9.578486	0.421514	9.970874	15
46	9.549693	9.578867	0.421133	9.970827	14
47	9.550026	9.579248	0.420752	9.970779	13
48	9.550359	9.579629	0.420371	9.970731	12
49	9.550692	9.580009	0.419991	9.970683	11
50	9.551024	9.580389	0.419611	9.970635	10
51	9.551356	9.580769	0.419231	9.970586	9
52	9.551687	9.581149	0.418851	9.970538	8
53	9.552018	9.581528	0.418472	9.970490	7
54	9.552349	9.581907	0.418093	9.970442	6
55	9.552680	9.582286	0.417714	9.970394	5
56	9.553010	9.582665	0.417335	9.970345	4
57	9.553341	9.583044	0.416956	9.970297	3
58	9.553670	9.583422	0.416578	9.970249	2
59	9.554000	9.583800	0.416200	9.970200	1
60	9.554329	9.584177	0.415823	9.970152	0
	Cosin. 69	Cotang. 69	Tang. 69	Sin. 69	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3735	3.572291	3750	3.574031	3765	3.575765
3736	3.572407	3751	3.574147	3766	3.575880
3737	3.572523	3752	3.574263	3767	3.575996
3738	3.572639	3753	3.574379	3768	3.576111
3739	3.572755	3754	3.574494	3769	3.576226
3740	3.572872	3755	3.574610	3770	3.576341
3741	3.572988	3756	3.574726	3771	3.576457
3742	3.573104	3757	3.574841	3772	3.576572
3743	3.573220	3758	3.574957	3773	3.576687
3744	3.573336	3759	3.575072	3774	3.576802
3745	3.573452	3760	3.575188	3775	3.576917
3746	3.573568	3761	3.575303	3776	3.577032
3747	3.573684	3762	3.575419	3777	3.577147
3748	3.573800	3763	3.575534	3778	3.577262
3749	3.573915	3764	3.575650	3779	3.577377

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 21	Tang. 21	Cotang. 21	Cosin. 21	
0	9.554329	9.584177	0.415823	9.970152	60
1	9.554658	9.584555	0.415445	9.970103	59
2	9.554987	9.584932	0.415068	9.970055	58
3	9.555315	9.585309	0.414691	9.970006	57
4	9.555643	9.585686	0.414314	9.969957	56
5	9.555971	9.586062	0.413938	9.969909	55
6	9.556299	9.586439	0.413561	9.969860	54
7	9.556626	9.586815	0.413185	9.969811	53
8	9.556953	9.587190	0.412810	9.969762	52
9	9.557280	9.587566	0.412434	9.969714	51
10	9.557606	9.587941	0.412059	9.969665	50
11	9.557932	9.588316	0.411684	9.969616	49
12	9.558258	9.588691	0.411309	9.969567	48
13	9.558583	9.589066	0.410934	9.969518	47
14	9.558909	9.589440	0.410560	9.969469	46
15	9.559234	9.589814	0.410186	9.969420	45
16	9.559558	9.590188	0.409812	9.969370	44
17	9.559883	9.590562	0.409438	9.969321	43
18	9.560207	9.590935	0.409065	9.969272	42
19	9.560531	9.591308	0.408692	9.969223	41
20	9.560855	9.591681	0.408319	9.969173	40
21	9.561178	9.592054	0.407946	9.969124	39
22	9.561501	9.592426	0.407574	9.969075	38
23	9.561824	9.592799	0.407201	9.969025	37
24	9.562146	9.593171	0.406829	9.968976	36
25	9.562468	9.593542	0.406458	9.968926	35
26	9.562790	9.593914	0.406086	9.968877	34
27	9.563112	9.594285	0.405715	9.968827	33
28	9.563433	9.594656	0.405344	9.968777	32
29	9.563755	9.595027	0.404973	9.968728	31
30	9.564075	9.595398	0.404602	9.968678	30
	Cosin. 68	Cotang. 68	Tang. 68	Sin. 68	′

Nomb.	Logarith.
3780	3.577492
3781	3.577607
3782	3.577721
3783	3.577836
3784	3.577951
3785	3.578066
3786	3.578181
3787	3.578295
3788	3.578410
3789	3.578525
3790	3.578639
3791	3.578754
3792	3.578868
3793	3.578983
3794	3.579097
3795	3.579212
3796	3.579326
3797	3.579441
3798	3.579555
3799	3.579669
3800	3.579784
3801	3.579898
3802	3.580012
3803	3.580126
3804	3.580240
3805	3.580355
3806	3.580469
3807	3.580583
3808	3.580697
3809	3.580811
3810	3.580925
3811	3.581039
3812	3.581153
3813	3.581267
3814	3.581381
3815	3.581495
3816	3.581608
3817	3.581722
3818	3.581836
3819	3.581950
3820	3.582063
3821	3.582177
3822	3.582291
3823	3.582404
3824	3.582518

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3825	3.582631	3840	3.584331	3855	3.586024
3826	3.582745	3841	3.584444	3856	3.586137
3827	3.582858	3842	3.584557	3857	3.586250
3828	3.582972	3843	3.584670	3858	3.586362
3829	3.583085	3844	3.584783	3859	3.586475
3830	3.583199	3845	3.584896	3860	3.586587
3831	3.583312	3846	3.585009	3861	3.586700
3832	3.583426	3847	3.585122	3862	3.586812
3833	3.583539	3848	3.585235	3863	3.586925
3834	3.583652	3849	3.585348	3864	3.587037
3835	3.583765	3850	3.585461	3865	3.587149
3836	3.583879	3851	3.585574	3866	3.587262
3837	3.583992	3852	3.585686	3867	3.587374
3838	3.584105	3853	3.585799	3868	3.587486
3839	3.584218	3854	3.585912	3869	3.587599

LOGARITHMESS DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
3870	3.587711
3871	3.587823
3872	3.587935
3873	3.588047
3874	3.588160
3875	3.588272
3876	3.588384
3877	3.588496
3878	3.588608
3879	3.588720
3880	3.588832
3881	3.588944
3882	3.589056
3883	3.589167
3884	3.589279
3885	3.589391
3886	3.589503
3887	3.589615
3888	3.589726
3889	3.589838
3890	3.589950
3891	3.590061
3892	3.590173
3893	3.590284
3894	3.590396
3895	3.590507
3896	3.590619
3897	3.590730
3898	3.590842
3899	3.590953
3900	3.591065
3901	3.591176
3902	3.591287
3903	3.591399
3904	3.591510
3905	3.591621
3906	3.591732
3907	3.591843
3908	3.591955
3909	3.592066
3910	3.592177
3911	3.592288
3912	3.592399
3913	3.592510
3914	3.592621

′	Sin. 21	Tang. 21	Cotang. 21	Cosin. 21	
30	9.564075	9.595398	0.404602	9.968678	30
31	9.564396	9.595768	0.404232	9.968628	29
32	9.564716	9.596138	0.403862	9.968578	28
33	9.565036	9.596508	0.403492	9.968528	27
34	9.565356	9.596878	0.403122	9.968479	26
35	9.565676	9.597247	0.402753	9.968429	25
36	9.565995	9.597616	0.402384	9.968379	24
37	9.566314	9.597985	0.402015	9.968329	23
38	9.566632	9.598354	0.401646	9.968278	22
39	9.566951	9.598722	0.401278	9.968228	21
40	9.567269	9.599091	0.400909	9.968178	20
41	9.567587	9.599459	0.400541	9.968128	19
42	9.567904	9.599827	0.400173	9.968078	18
43	9.568222	9.600194	0.399806	9.968027	17
44	9.568539	9.600562	0.399438	9.967977	16
45	9.568856	9.600929	0.399071	9.967927	15
46	9.569172	9.601296	0.398704	9.967876	14
47	9.569488	9.601663	0.398337	9.967826	13
48	9.569804	9.602029	0.397971	9.967775	12
49	9.570120	9.602395	0.397605	9.967725	11
50	9.570435	9.602761	0.397239	9.967674	10
51	9.570751	9.603127	0.396873	9.967624	9
52	9.571066	9.603493	0.396507	9.967573	8
53	9.571380	9.603858	0.396142	9.967522	7
54	9.571695	9.604223	0.395777	9.967471	6
55	9.572009	9.604588	0.395412	9.967421	5
56	9.572323	9.604953	0.395047	9.967370	4
57	9.572636	9.605317	0.394683	9.967319	3
58	9.572950	9.605682	0.394318	9.967268	2
59	9.573263	9.606046	0.393954	9.967217	1
60	9.573575	9.606410	0.393590	9.967166	0
	Cosin. 68	Cotang. 68	Tang. 68	Sin. 68	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
3915	3.592732	3930	3.594393	3945	3.596047
3916	3.592843	3931	3.594503	3946	3.596157
3917	3.592954	3932	3.594614	3947	3.596267
3918	3.593064	3933	3.594724	3948	3.596377
3919	3.593175	3934	3.594834	3949	3.596487
3920	3.593286	3935	3.594945	3950	3.596597
3921	3.593397	3936	3.595055	3951	3.596707
3922	3.593508	3937	3.595165	3952	3.596817
3923	3.593618	3938	3.595276	3953	3.596927
3924	3.593729	3939	3.595386	3954	3.597037
3925	3.593840	3940	3.595496	3955	3.597146
3926	3.593950	3941	3.595606	3956	3.597256
3927	3.594061	3942	3.595717	3957	3.597366
3928	3.594171	3943	3.595827	3958	3.597476
3929	3.594282	3944	3.595937	3959	3.597586

′	Sin. 22	Tang. 22	Cotang. 22	Cosin. 22	
0	9.573575	9.606410	0.393590	9.967166	60
1	9.573888	9.606773	0.393227	9.967115	59
2	9.574200	9.607137	0.392863	9.967064	58
3	9.574512	9.607500	0.392500	9.967013	57
4	9.574824	9.607863	0.392137	9.966961	56
5	9.575136	9.608225	0.391775	9.966910	55
6	9.575447	9.608588	0.391412	9.966859	54
7	9.575758	9.608950	0.391050	9.966808	53
8	9.576069	9.609312	0.390688	9.966756	52
9	9.576379	9.609674	0.390326	9.966705	51
10	9.576689	9.610036	0.389964	9.966653	50
11	9.576999	9.610397	0.389603	9.966602	49
12	9.577309	9.610759	0.389241	9.966550	48
13	9.577618	9.611120	0.388880	9.966499	47
14	9.577927	9.611480	0.388520	9.966447	46
15	9.578236	9.611841	0.388159	9.966395	45
16	9.578545	9.612201	0.387799	9.966344	44
17	9.578853	9.612561	0.387439	9.966292	43
18	9.579162	9.612921	0.387079	9.966240	42
19	9.579470	9.613281	0.386719	9.966188	41
20	9.579777	9.613641	0.386359	9.966136	40
21	9.580085	9.614000	0.386000	9.966085	39
22	9.580392	9.614359	0.385641	9.966033	38
23	9.580699	9.614718	0.385282	9.965981	37
24	9.581005	9.615077	0.384923	9.965929	36
25	9.581312	9.615435	0.384565	9.965876	35
26	9.581618	9.615793	0.384207	9.965824	34
27	9.581924	9.616151	0.383849	9.965772	33
28	9.582229	9.616509	0.383491	9.965720	32
29	9.582535	9.616867	0.383133	9.965668	31
30	9.582840	9.617224	0.382776	9.965615	30
	Cosin. 67	Cotang. 67	Tang. 67	Sin. 67	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
3960	3.597695
3961	3.597805
3962	3.597914
3963	3.598024
3964	3.598134
3965	3.598243
3966	3.598353
3967	3.598462
3968	3.598572
3969	3.598681
3970	3.598791
3971	3.598900
3972	3.599009
3973	3.599119
3974	3.599228
3975	3.599337
3976	3.599446
3977	3.599556
3978	3.599665
3979	3.599774
3980	3.599883
3981	3.599992
3982	3.600101
3983	3.600210
3984	3.600319
3985	3.600428
3986	3.600537
3987	3.600646
3988	3.600755
3989	3.600864
3990	3.600973
3991	3.601082
3992	3.601191
3993	3.601299
3994	3.601408
3995	3.601517
3996	3.601625
3997	3.601734
3998	3.601843
3999	3.601951
4000	3.602060
4001	3.602169
4002	3.602277
4003	3.602386
4004	3.602494

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4005	3.602603	4020	3.604226	4035	3.605844
4006	3.602711	4021	3.604334	4036	3.605951
4007	3.602819	4022	3.604442	4037	3.606059
4008	3.602928	4023	3.604550	4038	3.606166
4009	3.603036	4024	3.604658	4039	3.606274
4010	3.603144	4025	3.604766	4040	3.606381
4011	3.603253	4026	3.604874	4041	3.606489
4012	3.603361	4027	3.604982	4042	3.606596
4013	3.603469	4028	3.605089	4043	3.606704
4014	3.603577	4029	3.605197	4044	3.606811
4015	3.603686	4030	3.605305	4045	3.606919
4016	3.603794	4031	3.605413	4046	3.607026
4017	3.603902	4032	3.605521	4047	3.607133
4018	3.604010	4033	3.605628	4048	3.607241
4019	3.604118	4034	3.605736	4049	3.607348

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
4050	3.607455
4051	3.607562
4052	3.607669
4053	3.607777
4054	3.607884
4055	3.607991
4056	3.608098
4057	3.608205
4058	3.608312
4059	3.608419
4060	3.608526
4061	3.608633
4062	3.608740
4063	3.608847
4064	3.608954
4065	3.609061
4066	3.609167
4067	3.609274
4068	3.609381
4069	3.609488
4070	3.609594
4071	3.609701
4072	3.609808
4073	3.609914
4074	3.610021
4075	3.610128
4076	3.610234
4077	3.610341
4078	3.610447
4079	3.610554
4080	3.610660
4081	3.610767
4082	3.610873
4083	3.610979
4084	3.611086
4085	3.611192
4086	3.611298
4087	3.611405
4088	3.611511
4089	3.611617
4090	3.611723
4091	3.611829
4092	3.611936
4093	3.612042
4094	3.612148

′	Sin. 22	Tang. 22	Cotang. 22	Cosin. 22	
30	9.582840	9.617224	0.382776	9.965615	30
31	9.583145	9.617582	0.382418	9.965563	29
32	9.583449	9.617939	0.382061	9.965511	28
33	9.583754	9.618295	0.381705	9.965458	27
34	9.584058	9.618652	0.381348	9.965406	26
35	9.584361	9.619008	0.380992	9.965353	25
36	9.584665	9.619364	0.380636	9.965301	24
37	9.584968	9.619720	0.380280	9.965248	23
38	9.585272	9.620076	0.379924	9.965195	22
39	9.585574	9.620432	0.379568	9.965143	21
40	9.585877	9.620787	0.379213	9.965090	20
41	9.586179	9.621142	0.378858	9.965037	19
42	9.586482	9.621497	0.378503	9.964984	18
43	9.586783	9.621852	0.378148	9.964931	17
44	9.587085	9.622207	0.377793	9.964879	16
45	9.587386	9.622561	0.377439	9.964826	15
46	9.587688	9.622915	0.377085	9.964773	14
47	9.587989	9.623269	0.376731	9.964720	13
48	9.588289	9.623623	0.376377	9.964666	12
49	9.588590	9.623976	0.376024	9.964613	11
50	9.588890	9.624330	0.375670	9.964560	10
51	9.589190	9.624683	0.375317	9.964507	9
52	9.589489	9.625036	0.374964	9.964454	8
53	9.589789	9.625388	0.374612	9.964400	7
54	9.590088	9.625741	0.374259	9.964347	6
55	9.590387	9.626093	0.373907	9.964294	5
56	9.590686	9.626445	0.373555	9.964240	4
57	9.590984	9.626797	0.373203	9.964187	3
58	9.591282	9.627149	0.372851	9.964133	2
59	9.591580	9.627501	0.372499	9.964080	1
60	9.591878	9.627852	0.372148	9.964026	0
	Cosin. 67	Cotang. 67	Tang. 67	Sin. 67	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4095	3.612254	4110	3.613842	4125	3.615424
4096	3.612360	4111	3.613947	4126	3.615529
4097	3.612466	4112	3.614053	4127	3.615634
4098	3.612572	4113	3.614159	4128	3.615740
4099	3.612678	4114	3.614264	4129	3.615845
4100	3.612784	4115	3.614370	4130	3.615950
4101	3.612890	4116	3.614475	4131	3.616055
4102	3.612996	4117	3.614581	4132	3.616160
4103	3.613102	4118	3.614686	4133	3.616265
4104	3.613207	4119	3.614792	4134	3.616370
4105	3.613313	4120	3.614897	4135	3.616476
4106	3.613419	4121	3.615003	4136	3.616581
4107	3.613525	4122	3.615108	4137	3.616686
4108	3.613630	4123	3.615213	4138	3.616790
4109	3.613736	4124	3.615319	4139	3.616895

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 23	Tang. 23	Cotang. 23	Cosin. 23	
0	9.591878	9.627852	0.372148	9.964026	60
1	9.592176	9.628203	0.371797	9.963972	59
2	9.592473	9.628554	0.371446	9.963919	58
3	9.592770	9.628905	0.371095	9.963865	57
4	9.593067	9.629255	0.370745	9.963811	56
5	9.593363	9.629606	0.370394	9.963757	55
6	9.593659	9.629956	0.370044	9.963704	54
7	9.593955	9.630306	0.369694	9.963650	53
8	9.594251	9.630656	0.369344	9.963596	52
9	9.594547	9.631005	0.368995	9.963542	51
10	9.594842	9.631355	0.368645	9.963488	50
11	9.595137	9.631704	0.368296	9.963434	49
12	9.595432	9.632053	0.367947	9.963379	48
13	9.595727	9.632402	0.367598	9.963325	47
14	9.596021	9.632750	0.367250	9.963271	46
15	9.596315	9.633099	0.366901	9.963217	45
16	9.596609	9.633447	0.366553	9.963163	44
17	9.596903	9.633795	0.366205	9.963108	43
18	9.597196	9.634143	0.365857	9.963054	42
19	9.597490	9.634490	0.365510	9.962999	41
20	9.597783	9.634838	0.365162	9.962945	40
21	9.598075	9.635185	0.364815	9.962890	39
22	9.598368	9.635532	0.364468	9.962836	38
23	9.598660	9.635879	0.364121	9.962781	37
24	9.598952	9.636226	0.363774	9.962727	36
25	9.599244	9.636572	0.363428	9.962672	35
26	9.599536	9.636919	0.363081	9.962617	34
27	9.599827	9.637265	0.362735	9.962562	33
28	9.600118	9.637611	0.362389	9.962508	32
29	9.600409	9.637956	0.362044	9.962453	31
30	9.600700	9.638302	0.361698	9.962398	30
	Cosin. 66	Cotang. 66	Tang. 66	Sin. 66	′

Nomb.	Logarith.
4140	3.617000
4141	3.617105
4142	3.617210
4143	3.617315
4144	3.617420
4145	3.617525
4146	3.617629
4147	3.617734
4148	3.617839
4149	3.617943
4150	3.618048
4151	3.618153
4152	3.618257
4153	3.618362
4154	3.618466
4155	3.618571
4156	3.618676
4157	3.618780
4158	3.618884
4159	3.618989
4160	3.619093
4161	3.619198
4162	3.619302
4163	3.619406
4164	3.619511
4165	3.619615
4166	3.619719
4167	3.619824
4168	3.619928
4169	3.620032
4170	3.620136
4171	3.620240
4172	3.620344
4173	3.620448
4174	3.620552
4175	3.620656
4176	3.620760
4177	3.620864
4178	3.620968
4179	3.621072
4180	3.621176
4181	3.621280
4182	3.621384
4183	3.621488
4184	3.621592

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4185	3.621695	4200	3.623249	4215	3.624798
4186	3.621799	4201	3.623353	4216	3.624901
4187	3.621903	4202	3.623456	4217	3.625004
4188	3.622007	4203	3.623559	4218	3.625107
4189	3.622110	4204	3.623663	4219	3.625210
4190	3.622214	4205	3.623766	4220	3.625312
4191	3.622318	4206	3.623869	4221	3.625415
4192	3.622421	4207	3.623973	4222	3.625518
4193	3.622525	4208	3.624076	4223	3.625621
4194	3.622628	4209	3.624179	4224	3.625724
4195	3.622732	4210	3.624282	4225	3.625827
4196	3.622835	4211	3.624385	4226	3.625929
4197	3.622939	4212	3.624488	4227	3.626032
4198	3.623042	4213	3.624591	4228	3.626135
4199	3.623146	4214	3.624695	4229	3.626238

′	Sin. 23	Tang. 23	Cotang. 23	Cosin. 23	
30	9.600700	9.638302	0.361698	9.962398	30
31	9.600990	9.638647	0.361353	9.962343	29
32	9.601280	9.638992	0.361008	9.962288	28
33	9.601570	9.639337	0.360663	9.962233	27
34	9.601860	9.639682	0.360318	9.962178	26
35	9.602150	9.640027	0.359973	9.962123	25
36	9.602439	9.640371	0.359629	9.962067	24
37	9.602728	9.640716	0.359284	9.962012	23
38	9.603017	9.641060	0.358940	9.961957	22
39	9.603305	9.641404	0.358596	9.961902	21
40	9.603594	9.641747	0.358253	9.961846	20
41	9.603882	9.642091	0.357909	9.961791	19
42	9.604170	9.642434	0.357566	9.961735	18
43	9.604457	9.642777	0.357223	9.961680	17
44	9.604745	9.643120	0.356880	9.961624	16
45	9.605032	9.643463	0.356537	9.961569	15
46	9.605319	9.643806	0.356194	9.961513	14
47	9.605606	9.644148	0.355852	9.961458	13
48	9.605892	9.644490	0.355510	9.961402	12
49	9.606179	9.644832	0.355168	9.961346	11
50	9.606465	9.645174	0.354826	9.961290	10
51	9.606751	9.645516	0.354484	9.961235	9
52	9.607036	9.645857	0.354143	9.961179	8
53	9.607322	9.646199	0.353801	9.961123	7
54	9.607607	9.646540	0.353460	9.961067	6
55	9.607892	9.646881	0.353119	9.961011	5
56	9.608177	9.647222	0.352778	9.960955	4
57	9.608461	9.647562	0.352438	9.960899	3
58	9.608745	9.647903	0.352097	9.960843	2
59	9.609029	9.648243	0.351757	9.960786	1
60	9.609313	9.648583	0.351417	9.960730	0
	Cosin. 66	Cotang. 66	Tang. 66	Sin. 66	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
4230	3.626340
4231	3.626443
4232	3.626546
4233	3.626648
4234	3.626751
4235	3.626853
4236	3.626956
4237	3.627058
4238	3.627161
4239	3.627263
4240	3.627366
4241	3.627468
4242	3.627571
4243	3.627673
4244	3.627775
4245	3.627878
4246	3.627980
4247	3.628082
4248	3.628185
4249	3.628287
4250	3.628389
4251	3.628491
4252	3.628593
4253	3.628695
4254	3.628797
4255	3.628900
4256	3.629002
4257	3.629104
4258	3.629206
4259	3.629308
4260	3.629410
4261	3.629512
4262	3.629613
4263	3.629715
4264	3.629817
4265	3.629919
4266	3.630021
4267	3.630123
4268	3.630224
4269	3.630326
4270	3.630428
4271	3.630530
4272	3.630631
4273	3.630733
4274	3.630835

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4275	3.630936	4290	3.632457	4305	3.633973
4276	3.631038	4291	3.632559	4306	3.634074
4277	3.631139	4292	3.632660	4307	3.634175
4278	3.631241	4293	3.632761	4308	3.634276
4279	3.631342	4294	3.632862	4309	3.634376
4280	3.631444	4295	3.632963	4310	3.634477
4281	3.631545	4296	3.633064	4311	3.634578
4282	3.631647	4297	3.633165	4312	3.634679
4283	3.631748	4298	3.633266	4313	3.634779
4284	3.631849	4299	3.633367	4314	3.634880
4285	3.631951	4300	3.633468	4315	3.634981
4286	3.632052	4301	3.633569	4316	3.635081
4287	3.632153	4302	3.633670	4317	3.635182
4288	3.632255	4303	3.633771	4318	3.635283
4289	3.632356	4304	3.633872	4319	3.635383

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 24	Tang. 24	Cotang. 24	Cosin. 24	
0	9.609313	9.648583	0.351417	9.960730	60
1	9.609597	9.648923	0.351077	9.960674	59
2	9.609880	9.649263	0.350737	9.960618	58
3	9.610164	9.649602	0.350398	9.960561	57
4	9.610447	9.649942	0.350058	9.960505	56
5	9.610729	9.650281	0.349719	9.960448	55
6	9.611012	9.650620	0.349380	9.960392	54
7	9.611294	9.650959	0.349041	9.960335	53
8	9.611576	9.651297	0.348703	9.960279	52
9	9.611858	9.651636	0.348364	9.960222	51
10	9.612140	9.651974	0.348026	9.960165	50
11	9.612421	9.652312	0.347688	9.960109	49
12	9.612702	9.652650	0.347350	9.960052	48
13	9.612983	9.652988	0.347012	9.959995	47
14	9.613264	9.653326	0.346674	9.959938	46
15	9.613545	9.653663	0.346337	9.959882	45
16	9.613825	9.654000	0.346000	9.959825	44
17	9.614105	9.654337	0.345663	9.959768	43
18	9.614385	9.654674	0.345326	9.959711	42
19	9.614665	9.655011	0.344989	9.959654	41
20	9.614944	9.655348	0.344652	9.959596	40
21	9.615223	9.655684	0.344316	9.959539	39
22	9.615502	9.656020	0.343980	9.959482	38
23	9.615781	9.656356	0.343644	9.959425	37
24	9.616060	9.656692	0.343308	9.959368	36
25	9.616338	9.657028	0.342972	9.959310	35
26	9.616616	9.657364	0.342636	9.959253	34
27	9.616894	9.657699	0.342301	9.959195	33
28	9.617172	9.658034	0.341966	9.959138	32
29	9.617450	9.658369	0.341631	9.959080	31
30	9.617727	9.658704	0.341296	9.959023	30
	Cosin. 65	Cotang. 65	Tang. 65	Sin. 65	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4320	3.635484	4335	3.636989	4350	3.638489	4365	3.639984
4321	3.635584	4336	3.637089	4351	3.638589	4366	3.640084
4322	3.635685	4337	3.637189	4352	3.638689	4367	3.640183
4323	3.635785	4338	3.637290	4353	3.638789	4368	3.640283
4324	3.635886	4339	3.637390	4354	3.638888	4369	3.640382
4325	3.635986	4340	3.637490	4355	3.638988	4370	3.640481
4326	3.636087	4341	3.637590	4356	3.639088	4371	3.640581
4327	3.636187	4342	3.637690	4357	3.639188	4372	3.640680
4328	3.636287	4343	3.637790	4358	3.639287	4373	3.640779
4329	3.636388	4344	3.637890	4359	3.639387	4374	3.640879
4330	3.636488	4345	3.637990	4360	3.639486	4375	3.640978
4331	3.636588	4346	3.638090	4361	3.639586	4376	3.641077
4332	3.636688	4347	3.638190	4362	3.639686	4377	3.641177
4333	3.636789	4348	3.638290	4363	3.639785	4378	3.641276
4334	3.636889	4349	3.638389	4364	3.639885	4379	3.641375

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4380	3.641474	4395	3.642959
4381	3.641573	4396	3.643058
4382	3.641672	4397	3.643156
4383	3.641771	4398	3.643255
4384	3.641871	4399	3.643354
4385	3.641970	4400	3.643453
4386	3.642069	4401	3.643551
4387	3.642168	4402	3.643650
4388	3.642267	4403	3.643749
4389	3.642366	4404	3.643847
4390	3.642465	4405	3.643946
4391	3.642563	4406	3.644044
4392	3.642662	4407	3.644143
4393	3.642761	4408	3.644242
4394	3.642860	4409	3.644340

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
4410	3.644439
4411	3.644537
4412	3.644636
4413	3.644734
4414	3.644832
4415	3.644931
4416	3.645029
4417	3.645127
4418	3.645226
4419	3.645324
4420	3.645422
4421	3.645521
4422	3.645619
4423	3.645717
4424	3.645815
4425	3.645913
4426	3.646011
4427	3.646110
4428	3.646208
4429	3.646306
4430	3.646404
4431	3.646502
4432	3.646600
4433	3.646698
4434	3.646796
4435	3.646894
4436	3.646992
4437	3.647089
4438	3.647187
4439	3.647285
4440	3.647383
4441	3.647481
4442	3.647579
4443	3.647676
4444	3.647774
4445	3.647872
4446	3.647969
4447	3.648067
4448	3.648165
4449	3.648262
4450	3.648360
4451	3.648458
4452	3.648555
4453	3.648653
4454	3.648750

′	Sin. 24	Tang. 24	Cotang. 24	Cosin. 24	
30	9.617727	9.658704	0.341296	9.959023	30
31	9.618004	9.659039	0.340961	9.958965	29
32	9.618281	9.659373	0.340627	9.958908	28
33	9.618558	9.659708	0.340292	9.958850	27
34	9.618834	9.660042	0.339958	9.958792	26
35	9.619110	9.660376	0.339624	9.958734	25
36	9.619386	9.660710	0.339290	9.958677	24
37	9.619662	9.661043	0.338957	9.958619	23
38	9.619938	9.661377	0.338623	9.958561	22
39	9.620213	9.661710	0.338290	9.958503	21
40	9.620488	9.662043	0.337957	9.958445	20
41	9.620763	9.662376	0.337624	9.958387	19
42	9.621038	9.662709	0.337291	9.958329	18
43	9.621313	9.663042	0.336958	9.958271	17
44	9.621587	9.663375	0.336625	9.958213	16
45	9.621861	9.663707	0.336293	9.958154	15
46	9.622135	9.664039	0.335961	9.958096	14
47	9.622409	9.664371	0.335629	9.958038	13
48	9.622682	9.664703	0.335297	9.957979	12
49	9.622956	9.665035	0.334965	9.957921	11
50	9.623229	9.665366	0.334634	9.957863	10
51	9.623502	9.665698	0.334302	9.957804	9
52	9.623774	9.666029	0.333971	9.957746	8
53	9.624047	9.666360	0.333640	9.957687	7
54	9.624319	9.666691	0.333309	9.957628	6
55	9.624591	9.667021	0.332979	9.957570	5
56	9.624863	9.667352	0.332648	9.957511	4
57	9.625135	9.667682	0.332318	9.957452	3
58	9.625406	9.668013	0.331987	9.957393	2
59	9.625677	9.668343	0.331657	9.957335	1
60	9.625948	9.668673	0.331327	9.957276	0
	Cosin. 65	Cotang. 65	Tang. 65	Sin. 65	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4455	3.648848	4470	3.650308	4485	3.651762
4456	3.648945	4471	3.650405	4486	3.651859
4457	3.649043	4472	3.650502	4487	3.651956
4458	3.649140	4473	3.650599	4488	3.652053
4459	3.649237	4474	3.650696	4489	3.652150
4460	3.649335	4475	3.650793	4490	3.652246
4461	3.649432	4476	3.650890	4491	3.652343
4462	3.649530	4477	3.650987	4492	3.652440
4463	3.649627	4478	3.651084	4493	3.652536
4464	3.649724	4479	3.651181	4494	3.652633
4465	3.649821	4480	3.651278	4495	3.652730
4466	3.649919	4481	3.651375	4496	3.652826
4467	3.650016	4482	3.651472	4497	3.652923
4468	3.650113	4483	3.651569	4498	3.653019
4469	3.650210	4484	3.651666	4499	3.653116

′	Sin. 25	Tang. 25	Cotang. 25	Cosin. 25	
0	9.625948	9.668673	0.331327	9.957276	60
1	9.626219	9.669002	0.330998	9.957217	59
2	9.626490	9.669332	0.330668	9.957158	58
3	9.626760	9.669661	0.330339	9.957099	57
4	9.627030	9.669991	0.330009	9.957040	56
5	9.627300	9.670320	0.329680	9.956981	55
6	9.627570	9.670649	0.329351	9.956921	54
7	9.627840	9.670977	0.329023	9.956862	53
8	9.628109	9.671306	0.328694	9.956803	52
9	9.628378	9.671635	0.328365	9.956744	51
10	9.628647	9.671963	0.328037	9.956684	50
11	9.628916	9.672291	0.327709	9.956625	49
12	9.629185	9.672619	0.327381	9.956566	48
13	9.629453	9.672947	0.327053	9.956506	47
14	9.629721	9.673274	0.326726	9.956447	46
15	9.629989	9.673602	0.326398	9.956387	45
16	9.630257	9.673929	0.326071	9.956327	44
17	9.630524	9.674257	0.325743	9.956268	43
18	9.630792	9.674584	0.325416	9.956208	42
19	9.631059	9.674911	0.325089	9.956148	41
20	9.631326	9.675237	0.324763	9.956089	40
21	9.631593	9.675564	0.324436	9.956029	39
22	9.631859	9.675890	0.324110	9.955969	38
23	9.632125	9.676217	0.323783	9.955909	37
24	9.632392	9.676543	0.323457	9.955849	36
25	9.632658	9.676869	0.323131	9.955789	35
26	9.632923	9.677194	0.322806	9.955729	34
27	9.633189	9.677520	0.322480	9.955669	33
28	9.633454	9.677846	0.322154	9.955609	32
29	9.633719	9.678171	0.321829	9.955548	31
30	9.633984	9.678496	0.321504	9.955488	30
	Cosin. 64	Cotang. 64	Tang. 64	Sin. 64	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4500	3.653213						
4501	3.653309						
4502	3.653405						
4503	3.653502						
4504	3.653598						
4505	3.653695						
4506	3.653791						
4507	3.653888						
4508	3.653984						
4509	3.654080						
4510	3.654177						
4511	3.654273						
4512	3.654369						
4513	3.654465						
4514	3.654562						
4515	3.654658						
4516	3.654754						
4517	3.654850						
4518	3.654946						
4519	3.655042						
4520	3.655138						
4521	3.655235						
4522	3.655331						
4523	3.655427						
4524	3.655523						
4525	3.655619						
4526	3.655715						
4527	3.655810						
4528	3.655906						
4529	3.656002						
4530	3.656098	4545	3.657534	4560	3.658965	4575	3.660391
4531	3.656194	4546	3.657629	4561	3.659060	4576	3.660486
4532	3.656290	4547	3.657725	4562	3.659155	4577	3.660581
4533	3.656386	4548	3.657820	4563	3.659250	4578	3.660676
4534	3.656482	4549	3.657916	4564	3.659346	4579	3.660771
4535	3.656577	4550	3.658011	4565	3.659441	4580	3.660865
4536	3.656673	4551	3.658107	4566	3.659536	4581	3.660960
4537	3.656769	4552	3.658202	4567	3.659631	4582	3.661055
4538	3.656864	4553	3.658298	4568	3.659726	4583	3.661150
4539	3.656960	4554	3.658393	4569	3.659821	4584	3.661245
4540	3.657056	4555	3.658488	4570	3.659916	4585	3.661339
4541	3.657152	4556	3.658584	4571	3.660011	4586	3.661434
4542	3.657247	4557	3.658679	4572	3.660106	4587	3.661529
4543	3.657343	4558	3.658774	4573	3.660201	4588	3.661623
4544	3.657438	4559	3.658870	4574	3.660296	4589	3.661718

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
4590	3.661813
4591	3.661907
4592	3.662002
4593	3.662096
4594	3.662191
4595	3.662286
4596	3.662380
4597	3.662475
4598	3.662569
4599	3.662663
4600	3.662758
4601	3.662852
4602	3.662947
4603	3.663041
4604	3.663135
4605	3.663230
4606	3.663324
4607	3.663418
4608	3.663512
4609	3.663607
4610	3.663701
4611	3.663795
4612	3.663889
4613	3.663983
4614	3.664078
4615	3.664172
4616	3.664266
4617	3.664360
4618	3.664454
4619	3.664548
4620	3.664642
4621	3.664736
4622	3.664830
4623	3.664924
4624	3.665018
4625	3.665112
4626	3.665206
4627	3.665299
4628	3.665393
4629	3.665487
4630	3.665581
4631	3.665675
4632	3.665769
4633	3.665862
4634	3.665956

′	Sin. 25	Tang. 25	Cotang. 25	Cosin. 25	
30	9.633984	9.678496	0.321504	9.955488	30
31	9.634249	9.678821	0.321179	9.955428	29
32	9.634514	9.679146	0.320854	9.955368	28
33	9.634778	9.679471	0.320529	9.955307	27
34	9.635042	9.679795	0.320205	9.955247	26
35	9.635306	9.680120	0.319880	9.955186	25
36	9.635570	9.680444	0.319556	9.955126	24
37	9.635834	9.680768	0.319232	9.955065	23
38	9.636097	9.681092	0.318908	9.955005	22
39	9.636360	9.681416	0.318584	9.954944	21
40	9.636623	9.681740	0.318260	9.954883	20
41	9.636886	9.682063	0.317937	9.954823	19
42	9.637148	9.682387	0.317613	9.954762	18
43	9.637411	9.682710	0.317290	9.954701	17
44	9.637673	9.683033	0.316967	9.954640	16
45	9.637935	9.683356	0.316644	9.954579	15
46	9.638197	9.683679	0.316321	9.954518	14
47	9.638458	9.684001	0.315999	9.954457	13
48	9.638720	9.684324	0.315676	9.954396	12
49	9.638981	9.684646	0.315354	9.954335	11
50	9.639242	9.684968	0.315032	9.954274	10
51	9.639503	9.685290	0.314710	9.954213	9
52	9.639764	9.685612	0.314388	9.954152	8
53	9.640024	9.685934	0.314066	9.954090	7
54	9.640284	9.686255	0.313745	9.954029	6
55	9.640544	9.686577	0.313423	9.953968	5
56	9.640804	9.686898	0.313102	9.953906	4
57	9.641064	9.687219	0.312781	9.953845	3
58	9.641324	9.687540	0.312460	9.953783	2
59	9.641583	9.687861	0.312139	9.953722	1
60	9.641842	9.688182	0.311818	9.953660	0
	Cosin. 64	Cotang. 64	Tang. 64	Sin. 64	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4635	3.666050	4650	3.667453	4665	3.668852
4636	3.666143	4651	3.667546	4666	3.668945
4637	3.666237	4652	3.667640	4667	3.669038
4638	3.666331	4653	3.667733	4668	3.669131
4639	3.666424	4654	3.667826	4669	3.669224
4640	3.666518	4655	3.667920	4670	3.669317
4641	3.666612	4656	3.668013	4671	3.669410
4642	3.666705	4657	3.668106	4672	3.669503
4643	3.666799	4658	3.668199	4673	3.669596
4644	3.666892	4659	3.668293	4674	3.669689
4645	3.666986	4660	3.668386	4675	3.669782
4646	3.667079	4661	3.668479	4676	3.669875
4647	3.667173	4662	3.668572	4677	3.669967
4648	3.667266	4663	3.668665	4678	3.670060
4649	3.667360	4664	3.668759	4679	3.670153

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	*Sin.* 26	*Tang.* 26	*Cotang.* 26	*Cosin.* 26	
0	9.641842	9.688182	0.311818	9.953660	60
1	9.642101	9.688502	0.311498	9.953599	59
2	9.642360	9.688823	0.311177	9.953537	58
3	9.642618	9.689143	0.310857	9.953475	57
4	9.642877	9.689463	0.310537	9.953413	56
5	9.643135	9.689783	0.310217	9.953352	55
6	9.643393	9.690103	0.309897	9.953290	54
7	9.643650	9.690423	0.309577	9.953228	53
8	9.643908	9.690742	0.309258	9.953166	52
9	9.644165	9.691062	0.308938	9.953104	51
10	9.644423	9.691381	0.308619	9.953042	50
11	9.644680	9.691700	0.308300	9.952980	49
12	9.644936	9.692019	0.307981	9.952918	48
13	9.645193	9.692338	0.307662	9.952855	47
14	9.645450	9.692656	0.307344	9.952793	46
15	9.645706	9.692975	0.307025	9.952731	45
16	9.645962	9.693293	0.306707	9.952669	44
17	9.646218	9.693612	0.306388	9.952606	43
18	9.646474	9.693930	0.306070	9.952544	42
19	9.646729	9.694248	0.305752	9.952481	41
20	9.646984	9.694566	0.305434	9.952419	40
21	9.647240	9.694883	0.305117	9.952356	39
22	9.647494	9.695201	0.304799	9.952294	38
23	9.647749	9.695518	0.304482	9.952231	37
24	9.648004	9.695836	0.304164	9.952168	36
25	9.648258	9.696153	0.303847	9.952106	35
26	9.648512	9.696470	0.303530	9.952043	34
27	9.648766	9.696787	0.303213	9.951980	33
28	9.649020	9.697103	0.302897	9.951917	32
29	9.649274	9.697420	0.302580	9.951854	31
30	9.649527	9.697736	0.302264	9.951791	30
	Cosin. 63	*Cotang.* 63	*Tang.* 63	*Sin.* 63	′

Nomb.	*Logarith.*
4680	3.670246
4681	3.670339
4682	3.670431
4683	3.670524
4684	3.670617
4685	3.670710
4686	3.670802
4687	3.670895
4688	3.670988
4689	3.671080
4690	3.671173
4691	3.671265
4692	3.671358
4693	3.671451
4694	3.671543
4695	3.671636
4696	3.671728
4697	3.671821
4698	3.671913
4699	3.672005
4700	3.672098
4701	3.672190
4702	3.672283
4703	3.672375
4704	3.672467
4705	3.672560
4706	3.672652
4707	3.672744
4708	3.672836
4709	3.672929
4710	3.673021
4711	3.673113
4712	3.673205
4713	3.673297
4714	3.673390
4715	3.673482
4716	3.673574
4717	3.673666
4718	3.673758
4719	3.673850
4720	3.673942
4721	3.674034
4722	3.674126
4723	3.674218
4724	3.674310

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
4725	3.674402	4740	3.675778	4755	3.677151
4726	3.674494	4741	3.675870	4756	3.677242
4727	3.674586	4742	3.675962	4757	3.677333
4728	3.674677	4743	3.676053	4758	3.677424
4729	3.674769	4744	3.676145	4759	3.677516
4730	3.674861	4745	3.676236	4760	3.677607
4731	3.674953	4746	3.676328	4761	3.677698
4732	3.675045	4747	3.676419	4762	3.677789
4733	3.675137	4748	3.676511	4763	3.677881
4734	3.675228	4749	3.676602	4764	3.677972
4735	3.675320	4750	3.676694	4765	3.678063
4736	3.675412	4751	3.676785	4766	3.678154
4737	3.675503	4752	3.676876	4767	2.678245
4738	3.675595	4753	3.676968	4768	3.678336
4739	3.675687	4754	3.677059	4769	3.678427

′	Sin. 26	Tang. 26	Cotang. 26	Cosin. 26	
30	9.649527	9.697736	0.302264	9.951791	30
31	9.649781	9.698053	0.301947	9.951728	29
32	9.650034	9.698369	0.301631	9.951665	28
33	9.650287	9.698685	0.301315	9.951602	27
34	9.650539	9.699001	0.300999	9.951539	26
35	9.650792	9.699316	0.300684	9.951476	25
36	9.651044	9.699632	0.300368	9.951412	24
37	9.651297	9.699947	0.300053	9.951349	23
38	9.651549	9.700263	0.299737	9.951286	22
39	9.651800	9.700578	0.299422	9.951222	21
40	9.652052	9.700893	0.299107	9.951159	20
41	9.652304	9.701208	0.298792	9.951096	19
42	9.652555	9.701523	0.298477	9.951032	18
43	9.652806	9.701837	0.298163	9.950968	17
44	9.653057	9.702152	0.297848	9.950905	16
45	9.653308	9.702466	0.297534	9.950841	15
46	9.653558	9.702781	0.297219	9.950778	14
47	9.653808	9.703095	0.296905	9.950714	13
48	9.654059	9.703409	0.296591	9.950650	12
49	9.654309	9.703722	0.296278	9.950586	11
50	9.654558	9.704036	0.295964	9.950522	10
51	9.654808	9.704350	0.295650	9.950458	9
52	9.655058	9.704663	0.295337	9.950394	8
53	9.655307	9.704976	0.295024	9.950330	7
54	9.655556	9.705290	0.294710	9.950266	6
55	9.655805	9.705603	0.294397	9.950202	5
56	9.656054	9.705916	0.294084	9.950138	4
57	9.656302	9.706228	0.293772	9.950074	3
58	9.656551	9.706541	0.293459	9.950010	2
59	9.656799	9.706854	0.293146	9.949945	1
60	9.657047	9.707166	0.292834	9.949881	0
	Cosin. 63	Cotang. 63	Tang. 63	Sin. 63	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4770	3.678518						
4771	3.678609						
4772	3.678700						
4773	3.678791						
4774	3.678882						
4775	3.678973						
4776	3.679064						
4777	3.679155						
4778	3.679246						
4779	3.679337						
4780	3.679428						
4781	3.679519						
4782	3.679610						
4783	3.679700						
4784	3.679791						
4785	3.679882						
4786	3.679973						
4787	3.680063						
4788	3.680154						
4789	3.680245						
4790	3.680336						
4791	3.680426						
4792	3.680517						
4793	3.680607						
4794	3.680698						
4795	3.680789						
4796	3.680879						
4797	3.680970						
4798	3.681060						
4799	3.681151						
4800	3.681241	4815	3.682596	4830	3.683947	4845	3.685294
4801	3.681332	4816	3.682686	4831	3.684037	4846	3.685383
4802	3.681422	4817	3.682777	4832	3.684127	4847	3.685473
4803	3.681513	4818	3.682867	4833	3.684217	4848	3.685563
4804	3.681603	4819	3.682957	4834	3.684307	4849	3.685652
4805	3.681693	4820	3.683047	4835	3.684396	4850	3.685742
4806	3.681784	4821	3.683137	4836	3.684486	4851	3.685831
4807	3.681874	4822	3.683227	4837	3.684576	4852	3.685921
4808	3.681964	4823	3.683317	4838	3.684666	4853	3.686010
4809	3.682055	4824	3.683407	4839	3.684756	4854	3.686100
4810	3.682145	4825	3.683497	4840	3.684845	4855	3.686189
4811	3.682235	4826	3.683587	4841	3.684935	4856	3.686279
4812	3.682326	4827	3.683677	4842	3.685025	4857	3.686368
4813	3.682416	4828	3.683767	4843	3.685114	4858	3.686458
4814	3.682506	4829	3.683857	4844	3.685204	4859	3.686547

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 27	Tang. 27	Cotang. 27	Cosin. 27	
0	9.657047	9.707166	0.292834	9.949881	60
1	9.657295	9.707478	0.292522	9.949816	59
2	9.657542	9.707790	0.292210	9.949752	58
3	9.657790	9.708102	0.291898	9.949688	57
4	9.658037	9.708414	0.291586	9.949623	56
5	9.658284	9.708726	0.291274	9.949558	55
6	9.658531	9.709037	0.290963	9.949494	54
7	9.658778	9.709349	0.290651	9.949429	53
8	9.659025	9.709660	0.290340	9.949364	52
9	9.659271	9.709971	0.290029	9.949300	51
10	9.659517	9.710282	0.289718	9.949235	50
11	9.659763	9.710593	0.289407	9.949170	49
12	9.660009	9.710904	0.289096	9.949105	48
13	9.660255	9.711215	0.288785	9.949040	47
14	9.660501	9.711525	0.288475	9.948975	46
15	9.660746	9.711836	0.288164	9.948910	45
16	9.660991	9.712146	0.287854	9.948845	44
17	9.661236	9.712456	0.287544	9.948780	43
18	9.661481	9.712766	0.287234	9.948715	42
19	9.661726	9.713076	0.286924	9.948650	41
20	9.661970	9.713386	0.286614	9.948584	40
21	9.662214	9.713696	0.286304	9.948519	39
22	9.662459	9.714005	0.285995	9.948454	38
23	9.662703	9.714314	0.285686	9.948388	37
24	9.662946	9.714624	0.285376	9.948323	36
25	9.663190	9.714933	0.285067	9.948257	35
26	9.663433	9.715242	0.284758	9.948192	34
27	9.663677	9.715551	0.284449	9.948126	33
28	9.663920	9.715860	0.284140	9.948060	32
29	9.664163	9.716168	0.283832	9.947995	31
30	9.664406	9.716477	0.283523	9.947929	30
	Cosin. 62	Cotang. 62	Tang. 62	Sin. 62	′

Nomb.	Logarith.
4860	3.686636
4861	3.686726
4862	3.686815
4863	3.686904
4864	3.686994
4865	3.687083
4866	3.687172
4867	3.687261
4868	3.687351
4869	3.687440
4870	3.687529
4871	3.687618
4872	3.687707
4873	3.687796
4874	3.687886
4875	3.687975
4876	3.688064
4877	3.688153
4878	3.688242
4879	3.688331
4880	3.688420
4881	3.688509
4882	3.688598
4883	3.688687
4884	3.688776
4885	3.688865
4886	3.688953
4887	3.689042
4888	3.689131
4889	3.689220

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4890	3.689309	4905	3.690639	4920	3.691965	4935	3.693287
4891	3.689398	4906	3.690728	4921	3.692053	4936	3.693375
4892	3.689486	4907	3.690816	4922	3.692142	4937	3.693463
4893	3.689575	4908	3.690905	4923	3.692230	4938	3.693551
4894	3.689664	4909	3.690993	4924	3.692318	4939	3.693639
4895	3.689753	4910	3.691081	4925	3.692406	4940	3.693727
4896	3.689841	4911	3.691170	4926	3.692494	4941	3.693815
4897	3.689930	4912	3.691258	4927	3.692583	4942	3.693903
4898	3.690019	4913	3.691347	4928	3.692671	4943	3.693991
4899	3.690107	4914	3.691435	4929	3.692759	4944	3.694078
4900	3.690196	4915	3.691524	4930	3.692847	4945	3.694166
4901	3.690285	4916	3.691612	4931	3.692935	4946	3.694254
4902	3.690373	4917	3.691700	4932	3.693023	4947	3.694342
4903	3.690462	4918	3.691789	4933	3.693111	4948	3.694430
4904	3.690550	4919	3.691877	4934	3.693199	4949	3.694517

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 27	Tang. 27	Cotang. 27	Cosin. 27	
30	9.664406	9.716477	0.283523	9.947929	30
31	9.664648	9.716785	0.283215	9.947863	29
32	9.664891	9.717093	0.282907	9.947797	28
33	9.665133	9.717401	0.282599	9.947731	27
34	9.665375	9.717709	0.282291	9.947665	26
35	9.665617	9.718017	0.281983	9.947600	25
36	9.665859	9.718325	0.281675	9.947533	24
37	9.666100	9.718633	0.281367	9.947467	23
38	9.666342	9.718940	0.281060	9.947401	22
39	9.666583	9.719248	0.280752	9.947335	21
40	9.666824	9.719555	0.280445	9.947269	20
41	9.667065	9.719862	0.280138	9.947203	19
42	9.667305	9.720169	0.279831	9.947136	18
43	9.667546	9.720476	0.279524	9.947070	17
44	9.667786	9.720783	0.279217	9.947004	16
45	9.668027	9.721089	0.278911	9.946937	15
46	9.668267	9.721396	0.278604	9.946871	14
47	9.668506	9.721702	0.278298	9.946804	13
48	9.668746	9.722009	0.277991	9.946738	12
49	9.668986	9.722315	0.277685	9.946671	11
50	9.669225	9.722621	0.277379	9.946604	10
51	9.669464	9.722927	0.277073	9.946538	9
52	9.669703	9.723232	0.276768	9.946471	8
53	9.669942	9.723538	0.276462	9.946404	7
54	9.670181	9.723844	0.276156	9.946337	6
55	9.670419	9.724149	0.275851	9.946270	5
56	9.670658	9.724454	0.275546	9.946203	4
57	9.670896	9.724760	0.275240	9.946136	3
58	9.671134	9.725065	0.274935	9.946069	2
59	9.671372	9.725370	0.274630	9.946002	1
60	9.671609	9.725674	0.274326	9.945935	0
	Cosin. 62	Cotang. 62	Tang. 62	Sin. 62	′

Nomb.	Logarith.
4950	3.694605
4951	3.694693
4952	3.694781
4953	3.694868
4954	3.694956
4955	3.695044
4956	3.695131
4957	3.695219
4958	3.695307
4959	3.695394
4960	3.695482
4961	3.695569
4962	3.695657
4963	3.695744
4964	3.695832
4965	3.695919
4966	3.696007
4967	3.696094
4968	3.696182
4969	3.696269
4970	3.696356
4971	3.696444
4972	3.696531
4973	3.696618
4974	3.696706
4975	3.696793
4976	3.696880
4977	3.696968
4978	3.697055
4979	3.697142
4980	3.697229
4981	3.697317
4982	3.697404
4983	3.697491
4984	3.697578
4985	3.697665
4986	3.697752
4987	3.697839
4988	3.697926
4989	3.698014
4990	3.698100
4991	3.698188
4992	3.698275
4993	3.698362
4994	3.698449

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
4995	3.698535	5010	3.699838	5025	3.701136
4996	3.698622	5011	3.699924	5026	3.701222
4997	3.698709	5012	3.700011	5027	3.701309
4998	3.698796	5013	3.700098	5028	3.701395
4999	3.698883	5014	3.700184	5029	3.701482
5000	3.698970	5015	3.700271	5030	3.701568
5001	3.699057	5016	3.700358	5031	3.701654
5002	3.699144	5017	3.700444	5032	3.701741
5003	3.699231	5018	3.700531	5033	3.701827
5004	3.699317	5019	3.700617	5034	3.701913
5005	3.699404	5020	3.700704	5035	3.701999
5006	3.699491	5021	3.700790	5036	3.702086
5007	3.699578	5022	3.700877	5037	3.702172
5008	3.699664	5023	3.700963	5038	3.702258
5009	3.699751	5024	3.701050	5039	3.702344

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 28	Tang. 28	Cotang. 28	Cosin. 28	
0	9.671609	9.725674	0.274326	9.945935	60
1	9.671847	9.725979	0.274021	9.945868	59
2	9.672084	9.726284	0.273716	9.945800	58
3	9.672321	9.726588	0.273412	9.945733	57
4	9.672558	9.726892	0.273108	9.945666	56
5	9.672795	9.727197	0.272803	9.945598	55
6	9.673032	9.727501	0.272499	9.945531	54
7	9.673268	9.727805	0.272195	9.945464	53
8	9.673505	9.728109	0.271891	9.945396	52
9	9.673741	9.728412	0.271588	9.945328	51
10	9.673977	9.728716	0.271284	9.945261	50
11	9.674213	9.729020	0.270980	9.945193	49
12	9.674448	9.729323	0.270677	9.945125	48
13	9.674684	9.729626	0.270374	9.945058	47
14	9.674919	9.729929	0.270071	9.944990	46
15	9.675155	9.730233	0.269767	9.944922	45
16	9.675390	9.730535	0.269465	9.944854	44
17	9.675624	9.730838	0.269162	9.944786	43
18	9.675859	9.731141	0.268859	9.944718	42
19	9.676094	9.731444	0.268556	9.944650	41
20	9.676328	9.731746	0.268254	9.944582	40
21	9.676562	9.732048	0.267952	9.944514	39
22	9.676796	9.732351	0.267649	9.944446	38
23	9.677030	9.732653	0.267347	9.944377	37
24	9.677264	9.732955	0.267045	9.944309	36
25	9.677498	9.733257	0.266743	9.944241	35
26	9.677731	9.733558	0.266442	9.944172	34
27	9.677964	9.733860	0.266140	9.944104	33
28	9.678197	9.734162	0.265838	9.944036	32
29	9.678430	9.734463	0.265537	9.943967	31
30	9.678663	9.734764	0.265236	9.943899	30
	Cosin. 61	Cotang. 61	Tang. 61	Sin. 61	′

Nomb.	Logarith.
5040	3.702431
5041	3.702517
5042	3.702603
5043	3.702689
5044	3.702775
5045	3.702861
5046	3.702947
5047	3.703033
5048	3.703119
5049	3.703205
5050	3.703291
5051	3.703377
5052	3.703463
5053	3.703549
5054	3.703635
5055	3.703721
5056	3.703807
5057	3.703893
5058	3.703979
5059	3.704065
5060	3.704151
5061	3.704236
5062	3.704322
5063	3.704408
5064	3.704494
5065	3.704579
5066	3.704665
5067	3.704751
5068	3.704837
5069	3.704922

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5070	3.705008	5085	3.706291	5100	3.707570	5115	3.708846
5071	3.705094	5086	3.706376	5101	3.707655	5116	3.708931
5072	3.705179	5087	3.706462	5102	3.707740	5117	3.709015
5073	3.705265	5088	3.706547	5103	3.707826	5118	3.709100
5074	3.705350	5089	3.706632	5104	3.707911	5119	3.709185
5075	3.705436	5090	3.706718	5105	3.707996	5120	3.709270
5076	3.705522	5091	3.706803	5106	3.708081	5121	3.709355
5077	3.705607	5092	3.706888	5107	3.708166	5122	3.709440
5078	3.705693	5093	3.706974	5108	3.708251	5123	3.709524
5079	3.705778	5094	3.707059	5109	3.708336	5124	3.709609
5080	3.705864	5095	3.707144	5110	3.708421	5125	3.709694
5081	3.705949	5096	3.707229	5111	3.708506	5126	3.709779
5082	3.706035	5097	3.707315	5112	3.708591	5127	3.709863
5083	3.706120	5098	3.707400	5113	3.708676	5128	3.709948
5084	3.706206	5099	3.707485	5114	3.708761	5129	3.710033

′	Sin. 28	Tang. 28	Cotang. 28	Cosin. 28	
30	9.678663	9.734764	0.265236	9.943899	30
31	9.678895	9.735066	0.264934	9.943830	29
32	9.679128	9.735367	0.264633	9.943761	28
33	9.679360	9.735668	0.264332	9.943693	27
34	9.679592	9.735969	0.264031	9.943624	26
35	9.679824	9.736269	0.263731	9.943555	25
36	9.680056	9.736570	0.263430	9.943486	24
37	9.680288	9.736870	0.263130	9.943417	23
38	9.680519	9.737171	0.262829	9.943348	22
39	9.680750	9.737471	0.262529	9.943279	21
40	9.680982	9.737771	0.262229	9.943210	20
41	9.681213	9.738071	0.261929	9.943141	19
42	9.681443	9.738371	0.261629	9.943072	18
43	9.681674	9.738671	0.261329	9.943003	17
44	9.681905	9.738971	0.261029	9.942934	16
45	9.682135	9.739271	0.260729	9.942864	15
46	9.682365	9.739570	0.260430	9.942795	14
47	9.682595	9.739870	0.260130	9.942726	13
48	9.682825	9.740169	0.259831	9.942656	12
49	9.683055	9.740468	0.259532	9.942587	11
50	9.683284	9.740767	0.259233	9.942517	10
51	9.683514	9.741066	0.258934	9.942448	9
52	9.683743	9.741365	0.258635	9.942378	8
53	9.683972	9.741664	0.258336	9.942308	7
54	9.684201	9.741962	0.258038	9.942239	6
55	9.684430	9.742261	0.257739	9.942169	5
56	9.684658	9.742559	0.257441	9.942099	4
57	9.684887	9.742858	0.257142	9.942029	3
58	9.685115	9.743156	0.256844	9.941959	2
59	9.685343	9.743454	0.256546	9.941889	1
60	9.685571	9.743752	0.256248	9.941819	0
	Cosin. 61	Cotang. 61	Tang. 61	Sin. 61	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5130	3.710117
5131	3.710202
5132	3.710287
5133	3.710371
5134	3.710456
5135	3.710540
5136	3.710625
5137	3.710710
5138	3.710794
5139	3.710879
5140	3.710963
5141	3.711048
5142	3.711132
5143	3.711217
5144	3.711301
5145	3.711385
5146	3.711470
5147	3.711554
5148	3.711639
5149	3.711723
5150	3.711807
5151	3.711892
5152	3.711976
5153	3.712060
5154	3.712144
5155	3.712229
5156	3.712313
5157	3.712397
5158	3.712481
5159	3.712566
5160	3.712650
5161	3.712734
5162	3.712818
5163	3.712902
5164	3.712986
5165	3.713070
5166	3.713154
5167	3.713238
5168	3.713323
5169	3.713407
5170	3.713491
5171	3.713575
5172	3.713659
5173	3.713742
5174	3.713826

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5175	3.713910	5190	3.715167	5205	3.716421
5176	3.713994	5191	3.715251	5206	3.716504
5177	3.714078	5192	3.715335	5207	3.716588
5178	3.714162	5193	3.715418	5208	3.716671
5179	3.714246	5194	3.715502	5209	3.716754
5180	3.714330	5195	3.715586	5210	3.716838
5181	3.714414	5196	3.715669	5211	3.716921
5182	3.714497	5197	3.715753	5212	3.717004
5183	3.714581	5198	3.715836	5213	3.717088
5184	3.714665	5199	3.715920	5214	3.717171
5185	3.714749	5200	3.716003	5215	3.717254
5186	3.714833	5201	3.716087	5216	3.717338
5187	3.714916	5202	3.716170	5217	3.717421
5188	3.715000	5203	3.716254	5218	3.717504
5189	3.715084	5204	3.716337	5219	3.717587

′	*Sin.* 29	*Tang.* 29	*Cotang.* 29	*Cosin.* 29	
0	9.685571	9.743752	0.256248	9.941819	60
1	9.685799	9.744050	0.255950	9.941749	59
2	9.686027	9.744348	0.255652	9.941679	58
3	9.686254	9.744645	0.255355	9.941609	57
4	9.686482	9.744943	0.255057	9.941539	56
5	9.686709	9.745240	0.254760	9.941469	55
6	9.686936	9.745538	0.254462	9.941398	54
7	9.687163	9.745835	0.254165	9.941328	53
8	9.687389	9.746132	0.253868	9.941258	52
9	9.687616	9.746429	0.253571	9.941187	51
10	9.687843	9.746726	0.253274	9.941117	50
11	9.688069	9.747023	0.252977	9.941046	49
12	9.688295	9.747319	0.252681	9.940975	48
13	9.688521	9.747616	0.252384	9.940905	47
14	9.688747	9.747913	0.252087	9.940834	46
15	9.688972	9.748209	0.251791	9.940763	45
16	9.689198	9.748505	0.251495	9.940693	44
17	9.689423	9.748801	0.251199	9.940622	43
18	9.689648	9.749097	0.250903	9.940551	42
19	9.689873	9.749393	0.250607	9.940480	41
20	9.690098	9.749689	0.250311	9.940409	40
21	9.690323	9.749985	0.250015	9.940338	39
22	9.690548	9.750281	0.249719	9.940267	38
23	9.690772	9.750576	0.249424	9.940196	37
24	9.690996	9.750872	0.249128	9.940125	36
25	9.691220	9.751167	0.248833	9.940054	35
26	9.691444	9.751462	0.248538	9.939982	34
27	9.691668	9.751757	0.248243	9.939911	33
28	9.691892	9.752052	0.247948	9.939840	32
29	9.692115	9.752347	0.247653	9.939768	31
30	9.692339	9.752642	0.247358	9.939697	30
	Cosin. 60	*Cotang.* 60	*Tang.* 60	*Sin.* 60	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	*Logarith.*
5220	3.717671
5221	3.717754
5222	3.717837
5223	3.717920
5224	3.718003
5225	3.718086
5226	3.718169
5227	3.718253
5228	3.718336
5229	3.718419
5230	3.718502
5231	3.718585
5232	3.718668
5233	3.718751
5234	3.718834
5235	3.718917
5236	3.719000
5237	3.719083
5238	3.719165
5239	3.719248
5240	3.719331
5241	3.719414
5242	3.719497
5243	3.719580
5244	3.719663
5245	3.719745
5246	3.719828
5247	3.719911
5248	3.719994
5249	3.720077
5250	3.720159
5251	3.720242
5252	3.720325
5253	3.720407
5254	3.720490
5255	3.720573
5256	3.720655
5257	3.720738
5258	3.720821
5259	3.720903
5260	3.720986
5261	3.721068
5262	3.721151
5263	3.721233
5264	3.721316

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
5265	3.721398	5280	3.722634	5295	3.723866
5266	3.721481	5281	3.722716	5296	3.723948
5267	3.721563	5282	3.722798	5297	3.724030
5268	3.721646	5283	3.722881	5298	3.724112
5269	3.721728	5284	3.722963	5299	3.724194
5270	3.721811	5285	3.723045	5300	3.724276
5271	3.721893	5286	3.723127	5301	3.724358
5272	3.721975	5287	3.723209	5302	3.724440
5273	3.722058	5288	3.723291	5303	3.724522
5274	3.722140	5289	3.723374	5304	3.724604
5275	3.722222	5290	3.723456	5305	3.724685
5276	3.722305	5291	3.723538	5306	3.724767
5277	3.722387	5292	3.723620	5307	3.724849
5278	3.722469	5293	3.723702	5308	3.724931
5279	3.722552	5294	3.723784	5309	3.725013

′	Sin. 29	Tang. 29	Cotang. 29	Cosin. 29	
30	9.692339	9.752642	0.247358	9.939697	30
31	9.692562	9.752937	0.247063	9.939625	29
32	9.692785	9.753231	0.246769	9.939554	28
33	9.693008	9.753526	0.246474	9.939482	27
34	9.693231	9.753820	0.246180	9.939410	26
35	9.693453	9.754115	0.245885	9.939339	25
36	9.693676	9.754409	0.245591	9.939267	24
37	9.693898	9.754703	0.245297	9.939195	23
38	9.694120	9.754997	0.245003	9.939123	22
39	9.694342	9.755291	0.244709	9.939052	21
40	9.694564	9.755585	0.244415	9.938980	20
41	9.694786	9.755878	0.244122	9.938908	19
42	9.695007	9.756172	0.243828	9.938836	18
43	9.695229	9.756465	0.243535	9.938763	17
44	9.695450	9.756759	0.243241	9.938691	16
45	9.695671	9.757052	0.242948	9.938619	15
46	9.695892	9.757345	0.242655	9.938547	14
47	9.696113	9.757638	0.242362	9.938475	13
48	9.696334	9.757931	0.242069	9.938402	12
49	9.696554	9.758224	0.241776	9.938330	11
50	9.696775	9.758517	0.241483	9.938258	10
51	9.696995	9.758810	0.241190	9.938185	9
52	9.697215	9.759102	0.240898	9.938113	8
53	9.697435	9.759395	0.240605	9.938040	7
54	9.697654	9.759687	0.240313	9.937967	6
55	9.697874	9.759979	0.240021	9.937895	5
56	9.698094	9.760272	0.239728	9.937822	4
57	9.698313	9.760564	0.239436	9.937749	3
58	9.698532	9.760856	0.239144	9.937676	2
59	9.698751	9.761148	0.238852	9.937604	1
60	9.698970	9.761439	0.238561	9.937531	0
	Cosin. 60	Cotang. 60	Tang. 60	Sin. 60	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5310	3.725095						
5311	3.725176						
5312	3.725258						
5313	3.725340						
5314	3.725422						
5315	3.725503						
5316	3.725585						
5317	3.725667						
5318	3.725748						
5319	3.725830						
5320	3.725912						
5321	3.725993						
5322	3.726075						
5323	3.726156						
5324	3.726238						
5325	3.726320						
5326	3.726401						
5327	3.726483						
5328	3.726564						
5329	3.726646						
5330	3.726727						
5331	3.726809						
5332	3.726890						
5333	3.726972						
5334	3.727053						
5335	3.727134						
5336	3.727216						
5337	3.727297						
5338	3.727379						
5339	3.727460						
5340	3.727541	5355	3.728759	5370	3.729974	5385	3.731186
5341	3.727623	5356	3.728841	5371	3.730055	5386	3.731266
5342	3.727704	5357	3.728922	5372	3.730136	5387	3.731347
5343	3.727785	5358	3.729003	5373	3.730217	5388	3.731428
5344	3.727866	5359	3.729084	5374	3.730298	5389	3.731508
5345	3.727948	5360	3.729165	5375	3.730378	5390	3.731589
5346	3.728029	5361	3.729246	5376	3.730459	5391	3.731669
5347	3.728110	5362	3.729327	5377	3.730540	5392	3.731750
5348	3.728191	5363	3.729408	5378	3.730621	5393	3.731830
5349	3.728273	5364	3.729489	5379	3.730701	5394	3.731911
5350	3.728354	5365	3.729570	5380	3.730782	5395	3.731991
5351	3.728435	5366	3.729651	5381	3.730863	5396	3.732072
5352	3.728516	5367	3.729732	5382	3.730944	5397	3.732152
5353	3.728597	5368	3.729813	5383	3.731024	5398	3.732233
5354	3.728678	5369	3.729893	5384	3.731105	5399	3.732313

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5400	3.732394
5401	3.732474
5402	3.732555
5403	3.732635
5404	3.732715
5405	3.732796
5406	3.732876
5407	3.732956
5408	3.733037
5409	3.733117
5410	3.733197
5411	3.733278
5412	3.733358
5413	3.733438
5414	3.733518
5415	3.733598
5416	3.733679
5417	3.733759
5418	3.733839
5419	3.733919
5420	3.733999
5421	3.734079
5422	3.734160
5423	3.734240
5424	3.734320
5425	3.734400
5426	3.734480
5427	3.734560
5428	3.734640
5429	3.734720
5430	3.734800
5431	3.734880
5432	3.734960
5433	3.735040
5434	3.735120
5435	3.735200
5436	3.735279
5437	3.735359
5438	3.735439
5439	3.735519
5440	3.735599
5441	3.735679
5442	3.735759
5443	3.735838
5444	3.735918

′	Sin. 30	Tang. 30	Cotang. 30	Cosin. 30	
0	9.698970	9.761439	0.238561	9.937531	60
1	9.699189	9.761731	0.238269	9.937458	59
2	9.699407	9.762023	0.237977	9.937385	58
3	9.699626	9.762314	0.237686	9.937312	57
4	9.699844	9.762606	0.237394	9.937238	56
5	9.700062	9.762897	0.237103	9.937165	55
6	9.700280	9.763188	0.236812	9.937092	54
7	9.700498	9.763479	0.236521	9.937019	53
8	9.700716	9.763770	0.236230	9.936946	52
9	9.700933	9.764061	0.235939	9.936872	51
10	9.701151	9.764352	0.235648	9.936799	50
11	9.701368	9.764643	0.235357	9.936725	49
12	9.701585	9.764933	0.235067	9.936652	48
13	9.701802	9.765224	0.234776	9.936578	47
14	9.702019	9.765514	0.234486	9.936505	46
15	9.702236	9.765805	0.234195	9.936431	45
16	9.702452	9.766095	0.233905	9.936357	44
17	9.702669	9.766385	0.233615	9.936284	43
18	9.702885	9.766675	0.233325	9.936210	42
19	9.703101	9.766965	0.233035	9.936136	41
20	9.703317	9.767255	0.232745	9.936062	40
21	9.703533	9.767545	0.232455	9.935988	39
22	9.703749	9.767834	0.232166	9.935914	38
23	9.703964	9.768124	0.231876	9.935840	37
24	9.704179	9.768414	0.231586	9.935766	36
25	9.704395	9.768703	0.231297	9.935692	35
26	9.704610	9.768992	0.231008	9.935618	34
27	9.704825	9.769281	0.230719	9.935543	33
28	9.705040	9.769571	0.230429	9.935469	32
29	9.705254	9.769860	0.230140	9.935395	31
30	9.705469	9.770148	0.229852	9.935320	30
	Cosin. 59	Cotang. 59	Tang. 59	Sin. 59	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5445	3.735998	5460	3.737193	5475	3.738384
5446	3.736078	5461	3.737272	5476	3.738463
5447	3.736157	5462	3.737352	5477	3.738543
5448	3.736237	5463	3.737431	5478	3.738622
5449	3.736317	5464	3.737511	5479	3.738701
5450	3.736397	5465	3.737590	5480	3.738781
5451	3.736476	5466	3.737670	5481	3.738860
5452	3.736556	5467	3.737749	5482	3.738939
5453	3.736635	5468	3.737829	5483	3.739018
5454	3.736715	5469	3.737908	5484	3.739097
5455	3.736795	5470	3.737987	5485	3.739177
5456	3.736874	5471	3.738067	5486	3.739256
5457	3.736954	5472	3.738146	5487	3.739335
5458	3.737034	5473	3.738225	5488	3.739414
5459	3.737113	5474	3.738305	5489	3.739493

′	Sin. 30	Tang. 30	Cotang. 30	Cosin. 30	
30	9.705469	9.770148	0.229852	9.935320	30
31	9.705683	9.770437	0.229563	9.935246	29
32	9.705898	9.770726	0.229274	9.935171	28
33	9.706112	9.771015	0.228985	9.935097	27
34	9.706326	9.771303	0.228697	9.935022	26
35	9.706539	9.771592	0.228408	9.934948	25
36	9.706753	9.771880	0.228120	9.934873	24
37	9.706967	9.772168	0.227832	9.934798	23
38	9.707180	9.772457	0.227543	9.934723	22
39	9.707393	9.772745	0.227255	9.934649	21
40	9.707606	9.773033	0.226967	9.934574	20
41	9.707819	9.773321	0.226679	9.934499	19
42	9.708032	9.773608	0.226392	9.934424	18
43	9.708245	9.773896	0.226104	9.934349	17
44	9.708458	9.774184	0.225816	9.934274	16
45	9.708670	9.774471	0.225529	9.934199	15
46	9.708882	9.774759	0.225241	9.934123	14
47	9.709094	9.775046	0.224954	9.934048	13
48	9.709306	9.775333	0.224667	9.933973	12
49	9.709518	9.775621	0.224379	9.933898	11
50	9.709730	9.775908	0.224092	9.933822	10
51	9.709941	9.776195	0.223805	9.933747	9
52	9.710153	9.776482	0.223518	9.933671	8
53	9.710364	9.776768	0.223232	9.933596	7
54	9.710575	9.777055	0.222945	9.933520	6
55	9.710786	9.777342	0.222658	9.933445	5
56	9.710997	9.777628	0.222372	9.933369	4
57	9.711208	9.777915	0.222085	9.933293	3
58	9.711419	9.778201	0.221799	9.933217	2
59	9.711629	9.778488	0.221512	9.933141	1
60	9.711839	9.778774	0.221226	9.933066	0
	Cosin. 59	Cotang. 59	Tang. 59	Sin. 59	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5490	3 739572
5491	3.739651
5492	3.739731
5493	3.739810
5494	3.739889
5495	3.739968
5496	3.740047
5497	3.740126
5498	3.740205
5499	3.740284
5500	3.740363
5501	3.740442
5502	3.740521
5503	3.740600
5504	3.740678
5505	3.740757
5506	3.740836
5507	3.740915
5508	3.740994
5509	3.741073
5510	3.741152
5511	3.741230
5512	3.741309
5513	3.741388
5514	3.741467
5515	3.741546
5516	3.741624
5517	3.741703
5518	3.741782
5519	3.741860
5520	3.741939
5521	3.742018
5522	3.742096
5523	3.742175
5524	3.742254
5525	3.742332
5526	3.742411
5527	3.742489
5528	3.742568
5529	3.742647
5530	3.742725
5531	3.742804
5532	3.742882
5533	3.742961
5534	3.743039

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5535	3.743118	5550	3.744293	5565	3.745465
5536	3.743196	5551	3.744371	5566	3.745543
5537	3.743275	5552	3.744449	5567	3.745621
5538	3.743353	5553	3.744528	5568	3.745699
5539	3.743431	5554	3.744606	5569	3.745777
5540	3.743510	5555	3.744684	5570	3.745855
5541	3.743588	5556	3.744762	5571	3.745933
5542	3.743667	5557	3.744840	5572	3.746011
5543	3.743745	5558	3.744919	5573	3.746089
5544	3.743823	5559	3.744997	5574	3.746167
5545	3.743902	5560	3.745075	5575	3.746245
5546	3.743980	5561	3.745153	5576	3.746323
5547	3.744058	5562	3.745231	5577	3.746401
5548	3.744136	5563	3.745309	5578	3.746478
5549	3.744215	5564	3.745387	5579	3.746556

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5580	3.746634
5581	3.746712
5582	3.746790
5583	3.746868
5584	3.746945
5585	3.747023
5586	3.747101
5587	3.747179
5588	3.747256
5589	3.747334
5590	3.747412
5591	3.747489
5592	3.747567
5593	3.747645
5594	3.747722
5595	3.747800
5596	3.747878
5597	3.747955
5598	3.748033
5599	3.748110
5600	3.748188
5601	3.748266
5602	3.748343
5603	3.748421
5604	3.748498
5605	3.748576
5606	3.748653
5607	3.748731
5608	3.748808
5609	3.748885
5610	3.748963
5611	3.749040
5612	3.749118
5613	3.749195
5614	3.749272
5615	3.749350
5616	3.749427
5617	3.749504
5618	3.749582
5619	3.749659
5620	3.749736
5621	3.749814
5622	3.749891
5623	3.749968
5624	3.750045

′	*Sin.* 31	*Tang.* 31	*Cotang.* 31	*Cosin.* 31	
0	9.711839	9.778774	0.221226	9.933066	60
1	9.712050	9.779060	0.220940	9.932990	59
2	9.712260	9.779346	0.220654	9.932914	58
3	9.712469	9.779632	0.220368	9.932838	57
4	9.712679	9.779918	0.220082	9.932762	56
5	9.712889	9.780203	0.219797	9.932685	55
6	9.713098	9.780489	0.219511	9.932609	54
7	9.713308	9.780775	0.219225	9.932533	53
8	9.713517	9.781060	0.218940	9.932457	52
9	9.713726	9.781346	0.218654	9.932380	51
10	9.713935	9.781631	0.218369	9.932304	50
11	9.714144	9.781916	0.218084	9.932228	49
12	9.714352	9.782201	0.217799	9.932151	48
13	9.714561	9.782486	0.217514	9.932075	47
14	9.714769	9.782771	0.217229	9.931998	46
15	9.714978	9.783056	0.216944	9.931921	45
16	9.715186	9.783341	0.216659	9.931845	44
17	9.715394	9.783626	0.216374	9.931768	43
18	9.715602	9.783910	0.216090	9.931691	42
19	9.715809	9.784195	0.215805	9.931614	41
20	9.716017	9.784479	0.215521	9.931537	40
21	9.716224	9.784764	0.215236	9.931460	39
22	9.716432	9.785048	0.214952	9.931383	38
23	9.716639	9.785332	0.214668	9.931306	37
24	9.716846	9.785616	0.214384	9.931229	36
25	9.717053	9.785900	0.214100	9.931152	35
26	9.717259	9.786184	0.213816	9.931075	34
27	9.717466	9.786468	0.213531	9.930998	33
28	9.717673	9.786752	0.213248	9.930921	32
29	9.717879	9.787036	0.212964	9.930843	31
30	9.718085	9.787319	0.212681	9.930766	30
	Cosin. 58	*Cotang.* 58	*Tang.* 58	*Sin.* 58	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5625	3.750123	5640	3.751279	5655	3.752433
5626	3.750200	5641	3.751356	5656	3.752509
5627	3.750277	5642	3.751433	5657	3.752586
5628	3.750354	5643	3.751510	5658	3.752663
5629	3.750431	5644	3.751587	5659	3.752740
5630	3.750508	5645	3.751664	5660	3.752816
5631	3.750586	5646	3.751741	5661	3.752893
5632	3.750663	5647	3.751818	5662	3.752970
5633	3.750740	5648	3.751895	5663	3.753047
5634	3.750817	5649	3.751972	5664	3.753123
5635	3.750894	5650	3.752048	5665	3.753200
5636	3.750971	5651	3.752125	5666	3.753277
5637	3.751048	5652	3.752202	5667	3.753353
5638	3.751125	5653	3.752279	5668	3.753430
5639	3.751202	5654	3.752356	5669	3.753506

LOGARITHMES
DES
NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5670	3.753583
5671	3.753660
5672	3.753736
5673	3.753813
5674	3.753889
5675	3.753966
5676	3.754042
5677	3.754119
5678	3.754195
5679	3.754272
5680	3.754348
5681	3.754425
5682	3.754501
5683	3.754578
5684	3.754654
5685	3.754730
5686	3.754807
5687	3.754883
5688	3.754960
5689	3.755036
5690	3.755112
5691	3.755189
5692	3.755265
5693	3.755341
5694	3.755417
5695	3.755494
5696	3.755570
5697	3.755646
5698	3.755722
5699	3.755799
5700	3.755875
5701	3.755951
5702	3.756027
5703	3.756103
5704	3.756180
5705	3.756256
5706	3.756332
5707	3.756408
5708	3.756484
5709	3.756560
5710	3.756636
5711	3.756712
5712	3.756788
5713	3.756864
5714	3.756940

′	*Sin.* 31	*Tang.* 31	*Cotang.* 31	*Cosin.* 31	
30	9.718085	9.787319	0.212681	9.930766	30
31	9.718291	9.787603	0.212397	9.930688	29
32	9.718497	9.787886	0.212114	9.930611	28
33	9.718703	9.788170	0.211830	9.930533	27
34	9.718909	9.788453	0.211547	9.930456	26
35	9.719114	9.788736	0.211264	9.930378	25
36	9.719320	9.789019	0.210981	9.930300	24
37	9.719525	9.789302	0.210698	9.930223	23
38	9.719730	9.789585	0.210415	9.930145	22
39	9.719935	9.789868	0.210132	9.930067	21
40	9.720140	9.790151	0.209849	9.929989	20
41	9.720345	9.790434	0.209566	9.929911	19
42	9.720549	9.790716	0.209284	9.929833	18
43	9.720754	9.790999	0.209001	9.929755	17
44	9.720958	9.791281	0.208719	9.929677	16
45	9.721162	9.791563	0.208437	9.929599	15
46	9.721366	9.791846	0.208154	9.929521	14
47	9.721570	9.792128	0.207872	9.929442	13
48	9.721774	9.792410	0.207590	9.929364	12
49	9.721978	9.792692	0.207308	9.929286	11
50	9.722181	9.792974	0.207026	9.929207	10
51	9.722385	9.793256	0.206744	9.929129	9
52	9.722588	9.793538	0.206462	9.929050	8
53	9.722791	9.793819	0.206181	9.928972	7
54	9.722994	9.794101	0.205899	9.928893	6
55	9.723197	9.794383	0.205617	9.928815	5
56	9.723400	9.794664	0.205336	9.928736	4
57	9.723603	9.794946	0.205054	9.928657	3
58	9.723805	9.795227	0.204773	9.928578	2
59	9.724007	9.795508	0.204492	9.928499	1
60	9.724210	9.795789	0.204211	9.928420	0
	Cosin. 58	*Cotang.* 58	*Tang.* 58	*Sin.* 58	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5715	3.757016	5730	3.758155	5745	3.759290
5716	3.757092	5731	3.758230	5746	3.759366
5717	3.757168	5732	3.758306	5747	3.759441
5718	3.757244	5733	3.758382	5748	3.759517
5719	3.757320	5734	3.758458	5749	3.759592
5720	3.757396	5735	3.758533	5750	3.759668
5721	3.757472	5736	3.758609	5751	3.759743
5722	3.757548	5737	3.758685	5752	3.759819
5723	3.757624	5738	3.758761	5753	3.759894
5724	3.757700	5739	3.758836	5754	3.759970
5725	3.757775	5740	3.758912	5755	3.760045
5726	3.757851	5741	3.758988	5756	3.760121
5727	3.757927	5742	3.759063	5757	3.760196
5728	3.758003	5743	3.759139	5758	3.760272
5729	3.758079	5744	3.759214	5759	3.760347

′	Sin. 32	Tang. 32	Cotang. 32	Cosin. 32	
0	9.724210	9.795789	0.204211	9.928420	60
1	9.724412	9.796070	0.203930	9.928342	59
2	9.724614	9.796351	0.203649	9.928263	58
3	9.724816	9.796632	0.203368	9.928183	57
4	9.725017	9.796913	0.203087	9.928104	56
5	9.725219	9.797194	0.202806	9.928025	55
6	9.725420	9.797474	0.202525	9.927946	54
7	9.725622	9.797755	0.202245	9.927867	53
8	9.725823	9.798036	0.201964	9.927787	52
9	9.726024	9.798316	0.201684	9.927708	51
10	9.726225	9.798596	0.201404	9.927629	50
11	9.726426	9.798877	0.201123	9.927549	49
12	9.726626	9.799157	0.200843	9.927470	48
13	9.726827	9.799437	0.200563	9.927390	47
14	9.727027	9.799717	0.200283	9.927310	46
15	9.727228	9.799997	0.200003	9.927231	45
16	9.727428	9.800277	0.199723	9.927151	44
17	9.727628	9.800557	0.199443	9.927071	43
18	9.727828	9.800836	0.199164	9.926991	42
19	9.728027	9.801116	0.198884	9.926911	41
20	9.728227	9.801396	0.198604	9.926831	40
21	9.728427	9.801675	0.198325	9.926751	39
22	9.728626	9.801955	0.198045	9.926671	38
23	9.728825	9.802234	0.197766	9.926591	37
24	9.729024	9.802513	0.197487	9.926511	36
25	9.729223	9.802792	0.197208	9.926431	35
26	9.729422	9.803072	0.196928	9.926351	34
27	9.729621	9.803351	0.196649	9.926270	33
28	9.729820	9.803630	0.196370	9.926190	32
29	9.730018	9.803909	0.196091	9.926110	31
30	9.730217	9.804187	0.195813	9.926029	30
	Cosin. 57	Cotang. 57	Tang. 57	Sin. 57	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
5760	3.760422
5761	3.760498
5762	3.760573
5763	3.760649
5764	3.760724
5765	3.760799
5766	3.760875
5767	3.760950
5768	3.761025
5769	3.761101
5770	3.761176
5771	3.761251
5772	3.761326
5773	3.761402
5774	3.761477
5775	3.761552
5776	3.761627
5777	3.761702
5778	3.761778
5779	3.761853
5780	3.761928
5781	3.762003
5782	3.762078
5783	3.762153
5784	3.762228
5785	3.762303
5786	3.762378
5787	3.762453
5788	3.762529
5789	3.762604
5790	3.762679
5791	3.762754
5792	3.762829
5793	3.762904
5794	3.762978
5795	3.763053
5796	3.763128
5797	3.763203
5798	3.763278
5799	3.763353
5800	3.763428
5801	3.763503
5802	3.763578
5803	3.763653
5804	3.763727

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5805	3.763802	5820	3.764923	5835	3.766041
5806	3.763877	5821	3.764998	5836	3.766115
5807	3.763952	5822	3.765072	5837	3.766190
5808	3.764027	5823	3.765147	5838	3.766264
5809	3.764101	5824	3.765221	5839	3.766338
5810	3.764176	5825	3.765296	5840	3.766413
5811	3.764251	5826	3.765370	5841	3.766487
5812	3.764326	5827	3.765445	5842	3.766562
5813	3.764400	5828	3.765520	5843	3.766636
5814	3.764475	5829	3.765594	5844	3.766710
5815	3.764550	5830	3.765669	5845	3.766785
5816	3.764624	5831	3.765743	5846	3.766859
5817	3.764699	5832	3.765818	5847	3.766933
5818	3.764774	5833	3.765892	5848	3.767007
5819	3.764848	5834	3.765966	5849	3.767082

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5850	3.767156
5851	3.767230
5852	3.767304
5853	3.767379
5854	3.767453
5855	3.767527
5856	3.767601
5857	3.767675
5858	3.767749
5859	3.767823
5860	3.767898
5861	3.767972
5862	3.768046
5863	3.768120
5864	3.768194
5865	3.768268
5866	3.768342
5867	3.768416
5868	3.768490
5869	3.768564
5870	3.768638
5871	3.768712
5872	3.768786
5873	3.768860
5874	3.768934
5875	3.769008
5876	3.769082
5877	3.769156
5878	3.769230
5879	3.769303
5880	3.769377
5881	3.769451
5882	3.769525
5883	3.769599
5884	3.769673
5885	3.769746
5886	3.769820
5887	3.769894
5888	3.769968
5889	3.770042
5890	3.770115
5891	3.770189
5892	3.770263
5893	3.770336
5894	3.770410

′	*Sin.* 32	*Tang.* 32	*Cotang.* 32	*Cofin.* 32	
30	9.730217	9.804187	0.195813	9.926029	30
31	9.730415	9.804466	0.195534	9.925949	29
32	9.730613	9.804745	0.195255	9.925868	28
33	9.730811	9.805023	0.194977	9.925788	27
34	9.731009	9.805302	0.194698	9.925707	26
35	9.731206	9.805580	0.194420	9.925626	25
36	9.731404	9.805859	0.194141	9.925545	24
37	9.731602	9.806137	0.193863	9.925465	23
38	9.731799	9.806415	0.193585	9.925384	22
39	9.731996	9.806693	0.193307	9.925303	21
40	9.732193	9.806971	0.193029	9.925222	20
41	9.732390	9.807249	0.192751	9.925141	19
42	9.732587	9.807527	0.192473	9.925060	18
43	9.732784	9.807805	0.192195	9.924979	17
44	9.732980	9.808083	0.191917	9.924897	16
45	9.733177	9.808361	0.191639	9.924816	15
46	9.733373	9.808638	0.191362	9.924735	14
47	9.733569	9.808916	0.191084	9.924654	13
48	9.733765	9.809193	0.190807	9.924572	12
49	9.733961	9.809471	0.190529	9.924491	11
50	9.734157	9.809748	0.190252	9.924409	10
51	9.734353	9.810025	0.189975	9.924328	9
52	9.734548	9.810302	0.189698	9.924246	8
53	9.734744	9.810580	0.189420	9.924164	7
54	9.734939	9.810857	0.189143	9.924083	6
55	9.735135	9.811134	0.188866	9.924001	5
56	9.735330	9.811410	0.188590	9.923919	4
57	9.735525	9.811687	0.188313	9.923837	3
58	9.735719	9.811964	0.188036	9.923755	2
59	9.735914	9.812241	0.187759	9.923673	1
60	9.736109	9.812517	0.187483	9.923591	0
	Cofin. 57	*Cotang.* 57	*Tang.* 57	*Sin.* 57	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5895	3.770484	5910	3.771587	5925	3.772688
5896	3.770557	5911	3.771661	5926	3.772762
5897	3.770631	5912	3.771734	5927	3.772835
5898	3.770705	5913	3.771808	5928	3.772908
5899	3.770778	5914	3.771881	5929	3.772981
5900	3.770852	5915	3.771955	5930	3.773055
5901	3.770926	5916	3.772028	5931	3.773128
5902	3.770999	5917	3.772102	5932	3.773201
5903	3.771073	5918	3.772175	5933	3.773274
5904	3.771146	5919	3.772248	5934	3.773348
5905	3.771220	5920	3.772322	5935	3.773421
5906	3.771293	5921	3.772395	5936	3.773494
5907	3.771367	5922	3.772468	5937	3.773567
5908	3.771440	5923	3.772542	5938	3.773640
5909	3.771514	5924	3.772615	5939	3.773713

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
5940	3.773786
5941	3.773860
5942	3.773933
5943	3.774006
5944	3.774079
5945	3.774152
5946	3.774225
5947	3.774298
5948	3.774371
5949	3.774444
5950	3.774517
5951	3.774590
5952	3.774663
5953	3.774736
5954	3.774809
5955	3.774882
5956	3.774955
5957	3.775028
5958	3.775100
5959	3.775173
5960	3.775246
5961	3.775319
5962	3.775392
5963	3.775465
5964	3.775538
5965	3.775610
5966	3.775683
5967	3.775756
5968	3.775829
5969	3.775902
5970	3.775974
5971	3.776047
5972	3.776120
5973	3.776193
5974	3.776265
5975	3.776338
5976	3.776411
5977	3.776483
5978	3.776556
5979	3.776629
5980	3.776701
5981	3.776774
5982	3.776846
5983	3.776919
5984	3.776992

′	Sin. 33	Tang. 33	Cotang. 33	Cosin. 33	
0	9.736109	9.812517	0.187483	9.923591	60
1	9.736303	9.812794	0.187206	9.923509	59
2	9.736498	9.813070	0.186930	9.923427	58
3	9.736692	9.813347	0.186653	9.923345	57
4	9.736886	9.813623	0.186377	9.923263	56
5	9.737080	9.813899	0.186101	9.923181	55
6	9.737274	9.814176	0.185824	9.923098	54
7	9.737467	9.814452	0.185548	9.923016	53
8	9.737661	9.814728	0.185272	9.922933	52
9	9.737855	9.815004	0.184996	9.922851	51
10	9.738048	9.815280	0.184720	9.922768	50
11	9.738241	9.815555	0.184445	9.922686	49
12	9.738434	9.815831	0.184169	9.922603	48
13	9.738627	9.816107	0.183893	9.922520	47
14	9.738820	9.816382	0.183618	9.922438	46
15	9.739013	9.816658	0.183342	9.922355	45
16	9.739206	9.816933	0.183067	9.922272	44
17	9.739398	9.817209	0.182791	9.922189	43
18	9.739590	9.817484	0.182516	9.922106	42
19	9.739783	9.817759	0.182241	9.922023	41
20	9.739975	9.818035	0.181965	9.921940	40
21	9.740167	9.818310	0.181690	9.921857	39
22	9.740359	9.818585	0.181415	9.921774	38
23	9.740550	9.818860	0.181140	9.921691	37
24	9.740742	9.819135	0.180865	9.921607	36
25	9.740934	9.819410	0.180590	9.921524	35
26	9.741125	9.819684	0.180316	9.921441	34
27	9.741316	9.819959	0.180041	9.921357	33
28	9.741508	9.820234	0.179766	9.921274	32
29	9.741699	9.820508	0.179492	9.921190	31
30	9.741889	9.820783	0.179217	9.921107	30
	Cosin. 56	Cotang. 56	Tang. 56	Sin. 56	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
5985	3.777064	6000	3.778151	6015	3.779236
5986	3.777137	6001	3.778224	6016	3.779308
5987	3.777209	6002	3.778296	6017	3.779380
5988	3.777282	6003	3.778368	6018	3.779452
5989	3.777354	6004	3.778441	6019	3.779524
5990	3.777427	6005	3.778513	6020	3.779596
5991	3.777499	6006	3.778585	6021	3.779669
5992	3.777572	6007	3.778658	6022	3.779741
5993	3.777644	6008	3.778730	6023	3.779813
5994	3.777717	6009	3.778802	6024	3.779885
5995	3.777789	6010	3.778874	6025	3.779957
5996	3.777862	6011	3.778947	6026	3.780029
5997	3.777934	6012	3.779019	6027	3.780101
5998	3.778006	6013	3.779091	6028	3.780173
5999	3.778079	6014	3.779163	6029	3.780245

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 33	Tang. 33	Cotang. 33	Cosin. 33	
30	9.741889	9.820783	0.179217	9.921107	30
31	9.742080	9.821057	0.178943	9.921023	29
32	9.742271	9.821332	0.178668	9.920939	28
33	9.742462	9.821606	0.178394	9.920856	27
34	9.742652	9.821880	0.178120	9.920772	26
35	9.742842	9.822154	0.177846	9.920688	25
36	9.743033	9.822429	0.177571	9.920604	24
37	9.743223	9.822703	0.177297	9.920520	23
38	9.743413	9.822977	0.177023	9.920436	22
39	9.743602	9.823251	0.176749	9.920352	21
40	9.743792	9.823524	0.176476	9.920268	20
41	9.743982	9.823798	0.176202	9.920184	19
42	9.744171	9.824072	0.175928	9.920099	18
43	9.744361	9.824345	0.175655	9.920015	17
44	9.744550	9.824619	0.175381	9.919931	16
45	9.744739	9.824893	0.175107	9.919846	15
46	9.744928	9.825166	0.174834	9.919762	14
47	9.745117	9.825439	0.174561	9.919677	13
48	9.745306	9.825713	0.174287	9.919593	12
49	9.745494	9.825986	0.174014	9.919508	11
50	9.745683	9.826259	0.173741	9.919424	10
51	9.745871	9.826532	0.173468	9.919339	9
52	9.746060	9.826805	0.173195	9.919254	8
53	9.746248	9.827078	0.172922	9.919169	7
54	9.746436	9.827351	0.172649	9.919085	6
55	9.746624	9.827624	0.172376	9.919000	5
56	9.746812	9.827897	0.172103	9.918915	4
57	9.746999	9.828170	0.171830	9.918830	3
58	9.747187	9.828442	0.171558	9.918745	2
59	9.747374	9.828715	0.171285	9.918659	1
60	9.747562	9.828987	0.171013	9.918574	0
	Cosin. 56	Cotang. 56	Tang. 56	Sin. 56	′

Nomb.	Logarith.
6030	3.780317
6031	3.780389
6032	3.780461
6033	3.780533
6034	3.780605
6035	3.780677
6036	3.780749
6037	3.780821
6038	3.780893
6039	3.780965
6040	3.781037
6041	3.781109
6042	3.781181
6043	3.781253
6044	3.781324
6045	3.781396
6046	3.781468
6047	3.781540
6048	3.781612
6049	3.781684
6050	3.781755
6051	3.781827
6052	3.781899
6053	3.781971
6054	3.782042
6055	3.782114
6056	3.782186
6057	3.782258
6058	3.782329
6059	3.782401
6060	3.782473
6061	3.782544
6062	3.782616
6063	3.782688
6064	3.782759
6065	3.782831
6066	3.782902
6067	3.782974
6068	3.783046
6069	3.783117
6070	3.783189
6071	3.783260
6072	3.783332
6073	3.783403
6074	3.783475

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6075	3.783546	6090	3.784617	6105	3.785686
6076	3.783618	6091	3.784689	6106	3.785757
6077	3.783689	6092	3.784760	6107	3.785828
6078	3.783761	6093	3.784831	6108	3.785899
6079	3.783832	6094	3.784902	6109	3.785970
6080	3.783904	6095	3.784974	6110	3.786041
6081	3.783975	6096	3.785045	6111	3.786112
6082	3.784046	6097	3.785116	6112	3.786183
6083	3.784118	6098	3.785187	6113	3.786254
6084	3.784189	6099	3.785259	6114	3.786325
6085	3.784261	6100	3.785330	6115	3.786396
6086	3.784332	6101	3.785401	6116	3.786467
6087	3.784403	6102	3.785472	6117	3.786538
6088	3.784475	6103	3.785543	6118	3.786609
6089	3.784546	6104	3.785615	6119	3.786680

′	Sin. 34	Tang. 34	Cotang. 34	Cosin. 34	
0	9.747562	9.828987	0.171013	9.918574	60
1	9.747749	9.829260	0.170740	9.918489	59
2	9.747936	9.829532	0.170468	9.918404	58
3	9.748123	9.829805	0.170195	9.918318	57
4	9.748310	9.830077	0.169923	9.918233	56
5	9.748497	9.830349	0.169651	9.918147	55
6	9.748683	9.830621	0.169379	9.918062	54
7	9.748870	9.830893	0.169107	9.917976	53
8	9.749056	9.831165	0.168835	9.917891	52
9	9.749243	9.831437	0.168563	9.917805	51
10	9.749429	9.831709	0.168291	9.917719	50
11	9.749615	9.831981	0.168019	9.917634	49
12	9.749801	9.832253	0.167747	9.917548	48
13	9.749987	9.832525	0.167475	9.917462	47
14	9.750172	9.832796	0.167204	9.917376	46
15	9.750358	9.833068	0.166932	9.917290	45
16	9.750543	9.833339	0.166661	9.917204	44
17	9.750729	9.833611	0.166389	9.917118	43
18	9.750914	9.833882	0.166118	9.917032	42
19	9.751099	9.834154	0.165846	9.916946	41
20	9.751284	9.834425	0.165575	9.916859	40
21	9.751469	9.834696	0.165304	9.916773	39
22	9.751654	9.834967	0.165033	9.916687	38
23	9.751839	9.835238	0.164762	9.916600	37
24	9.752023	9.835509	0.164491	9.916514	36
25	9.752208	9.835780	0.164220	9.916427	35
26	9.752392	9.836051	0.163949	9.916341	34
27	9.752576	9.836322	0.163678	9.916254	33
28	9.752760	9.836593	0.163407	9.916167	32
29	9.752944	9.836864	0.163136	9.916081	31
30	9.753128	9.837134	0.162866	9.915994	30
	Cosin. 55	Cotang. 55	Tang. 55	Sin. 55	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
6120	3.786751
6121	3.786822
6122	3.786893
6123	3.786964
6124	3.787035
6125	3.787106
6126	3.787177
6127	3.787248
6128	3.787319
6129	3.787390
6130	3.787460
6131	3.787531
6132	3.787602
6133	3.787673
6134	3.787744
6135	3.787815
6136	3.787885
6137	3.787956
6138	3.788027
6139	3.788098
6140	3.788168
6141	3.788239
6142	3.788310
6143	3.788381
6144	3.788451
6145	3.788522
6146	3.788593
6147	3.788663
6148	3.788734
6149	3.788804
6150	3.788875
6151	3.788946
6152	3.789016
6153	3.789087
6154	3.789157
6155	3.789228
6156	3.789299
6157	3.789369
6158	3.789440
6159	3.789510
6160	3.789581
6161	3.789651
6162	3.789722
6163	3.789792
6164	3.789863

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6165	3.789933	6180	3.790988	6195	3.792041
6166	3.790004	6181	3.791059	6196	3.792111
6167	3.790074	6182	3.791129	6197	3.792181
6168	3.790144	6183	3.791199	6198	3.792252
6169	3.790215	6184	3.791269	6199	3.792322
6170	3.790285	6185	3.791340	6200	3.792392
6171	3.790356	6186	3.791410	6201	3.792462
6172	3.790426	6187	3.791480	6202	3.792532
6173	3.790496	6188	3.791550	6203	3.792602
6174	3.790567	6189	3.791620	6204	3.792672
6175	3.790637	6190	3.791691	6205	3.792742
6176	3.790707	6191	3.791761	6206	3.792812
6177	3.790778	6192	3.791831	6207	3.792882
6178	3.790848	6193	3.791901	6208	3.792952
6179	3.790918	6194	3.791971	6209	3.793022

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
6210	3.793092
6211	3.793162
6212	3.793231
6213	3.793301
6214	3.793371
6215	3.793441
6216	3.793511
6217	3.793581
6218	3.793651
6219	3.793721
6220	3.793790
6221	3.793860
6222	3.793930
6223	3.794000
6224	3.794070
6225	3.794139
6226	3.794209
6227	3.794279
6228	3.794349
6229	3.794418
6230	3.794488
6231	3.794558
6232	3.794627
6233	3.794697
6234	3.794767
6235	3.794836
6236	3.794906
6237	3.794976
6238	3.795045
6239	3.795115
6240	3.795185
6241	3.795254
6242	3.795324
6243	3.795393
6244	3.795463
6245	3.795532
6246	3.795602
6247	3.795672
6248	3.795741
6249	3.795811
6250	3.795880
6251	3.795949
6252	3.796019
6253	3.796088
6254	3.796158

′	Sin. 34	Tang. 34	Cotang. 34	Cosin. 34	
30	9.753128	9.837134	0.162866	9.915994	30
31	9.753312	9.837405	0.162595	9.915907	29
32	9.753495	9.837675	0.162325	9.915820	28
33	9.753679	9.837946	0.162054	9.915733	27
34	9.753862	9.838216	0.161784	9.915646	26
35	9.754046	9.838487	0.161513	9.915559	25
36	9.754229	9.838757	0.161243	9.915472	24
37	9.754412	9.839027	0.160973	9.915385	23
38	9.754595	9.839297	0.160703	9.915297	22
39	9.754778	9.839568	0.160432	9.915210	21
40	9.754960	9.839838	0.160162	9.915123	20
41	9.755143	9.840108	0.159892	9.915035	19
42	9.755326	9.840378	0.159622	9.914948	18
43	9.755508	9.840648	0.159352	9.914860	17
44	9.755690	9.840917	0.159083	9.914773	16
45	9.755872	9.841187	0.158813	9.914685	15
46	9.756054	9.841457	0.158543	9.914598	14
47	9.756236	9.841727	0.158273	9.914510	13
48	9.756418	9.841996	0.158004	9.914422	12
49	9.756600	9.842266	0.157734	9.914334	11
50	9.756782	9.842535	0.157465	9.914246	10
51	9.756963	9.842805	0.157195	9.914158	9
52	9.757144	9.843074	0.156926	9.914070	8
53	9.757326	9.843343	0.156657	9.913982	7
54	9.757507	9.843612	0.156388	9.913894	6
55	9.757688	9.843882	0.156118	9.913806	5
56	9.757869	9.844151	0.155849	9.913718	4
57	9.758050	9.844420	0.155580	9.913630	3
58	9.758230	9.844689	0.155311	9.913541	2
59	9.758411	9.844958	0.155042	9.913453	1
60	9.758591	9.845227	0.154773	9.913365	0
	Cosin. 55	Cotang. 55	Tang. 55	Sin. 55	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6255	3.796227	6270	3.797268	6285	3.798305
6256	3.796297	6271	3.797337	6286	3.798374
6257	3.796366	6272	3.797406	6287	3.798443
6258	3.796436	6273	3.797475	6288	3.798513
6259	3.796505	6274	3.797545	6289	3.798582
6260	3.796574	6275	3.797614	6290	3.798651
6261	3.796644	6276	3.797683	6291	3.798720
6262	3.796713	6277	3.797752	6292	3.798789
6263	3.796782	6278	3.797821	6293	3.798858
6264	3.796852	6279	3.797890	6294	3.798927
6265	3.796921	6280	3.797960	6295	3.798996
6266	3.796990	6281	3.798029	6296	3.799065
6267	3.797060	6282	3.798098	6297	3.799134
6268	3.797129	6283	3.798167	6298	3.799203
6269	3.797198	6284	3.798236	6299	3.799272

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 35	Tang. 35	Cotang. 35	Cosin. 35	
0	9.758591	9.845227	0.154773	9.913365	60
1	9.758772	9.845496	0.154504	9.913276	59
2	9.758952	9.845764	0.154236	9.913187	58
3	9.759132	9.846033	0.153967	9.913099	57
4	9.759312	9.846302	0.153698	9.913010	56
5	9.759492	9.846570	0.153430	9.912922	55
6	9.759672	9.846839	0.153161	9.912833	54
7	9.759852	9.847108	0.152892	9.912744	53
8	9.760031	9.847376	0.152624	9.912655	52
9	9.760211	9.847644	0.152356	9.912566	51
10	9.760390	9.847913	0.152087	9.912477	50
11	9.760569	9.848181	0.151819	9.912388	49
12	9.760748	9.848449	0.151551	9.912299	48
13	9.760927	9.848717	0.151283	9.912210	47
14	9.761106	9.848986	0.151014	9.912121	46
15	9.761285	9.849254	0.150746	9.912031	45
16	9.761464	9.849522	0.150478	9.911942	44
17	9.761642	9.849790	0.150210	9.911853	43
18	9.761821	9.850057	0.149942	9.911763	42
19	9.761999	9.850325	0.149675	9.911674	41
20	9.762177	9.850593	0.149407	9.911584	40
21	9.762356	9.850861	0.149139	9.911495	39
22	9.762534	9.851129	0.148871	9.911405	38
23	9.762712	9.851396	0.148604	9.911315	37
24	9.762889	9.851664	0.148336	9.911226	36
25	9.763067	9.851931	0.148069	9.911136	35
26	9.763245	9.852199	0.147801	9.911046	34
27	9.763422	9.852466	0.147534	9.910956	33
28	9.763600	9.852733	0.147267	9.910866	32
29	9.763777	9.853001	0.146999	9.910776	31
30	9.763954	9.853268	0.146732	9.910686	30
	Cosin. 54	Cotang. 54	Tang. 54	Sin. 54	′

Nomb.	Logarith.
6300	3.799341
6301	3.799409
6302	3.799478
6303	3.799547
6304	3.799616
6305	3.799685
6306	3.799754
6307	3.799823
6308	3.799892
6309	3.799961
6310	3.800029
6311	3.800098
6312	3.800167
6313	3.800236
6314	3.800305
6315	3.800373
6316	3 800442
6317	3.800511
6318	3.800580
6319	3.800648
6320	3.800717
6321	3.800786
6322	3.800854
6323	3.800923
6324	3.800992
6325	3.801061
6326	3.801129
6327	3.801198
6328	3.801266
6329	3.801335
6330	3.801404
6331	3.801472
6332	3.801541
6333	3.801609
6334	3.801678
6335	3.801747
6336	3.801815
6337	3.801884
6338	3.801952
6339	3.802021
6340	3.802089
6341	3.802158
6342	3.802226
6343	3.802295
6344	3.802363

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6345	3.802432	6360	3.803457	6375	3.804480
6346	3.802500	6361	3.803525	6376	3.804548
6347	3.802568	6362	3.803594	6377	3.804616
6348	3.802637	6363	3.803662	6378	3.804685
6349	3.802705	6364	3.803730	6379	3.804753
6350	3.802774	6365	3.803798	6380	3.804821
6351	3.802842	6366	3.803867	6381	3.804889
6352	3.802910	6367	3.803935	6382	3.804957
6353	3.802979	6368	3.804003	6383	3.805025
6354	3.803047	6369	3.804071	6384	3.805093
6355	3.803116	6370	3.804139	6385	3.805161
6356	3.803184	6371	3.804208	6386	3.805229
6357	3.803252	6372	3.804276	6387	3.805297
6358	3.803321	6373	3.804344	6388	3.805365
6359	3.803389	6374	3.804412	6389	3.805433

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
6390	3.805501
6391	3.805569
6392	3.805637
6393	3.805705
6394	3.805773
6395	3.805841
6396	3.805908
6397	3.805976
6398	3.806044
6399	3.806112
6400	3.806180
6401	3.806248
6402	3.806316
6403	3.806384
6404	3.806451
6405	3.806519
6406	3.806587
6407	3.806655
6408	3.806723
6409	3.806790
6410	3.806858
6411	3.806926
6412	3.806994
6413	3.807061
6414	3.807129
6415	3.807197
6416	3.807264
6417	3.807332
6418	3.807400
6419	3.807467
6420	3.807535
6421	3.807603
6422	3.807670
6423	3.807738
6424	3.807806
6425	3.807873
6426	3.807941
6427	3.808008
6428	3.808076
6429	3.808143
6430	3.808211
6431	3.808279
6432	3.808346
6433	3.808414
6434	3.808481

′	Sin. 35	Tang. 35	Cotang. 35	Cosin. 35	
30	9.763954	9.853268	0.146732	9.910686	30
31	9.764131	9.853535	0.146465	9.910596	29
32	9.764308	9.853802	0.146198	9.910506	28
33	9.764485	9.854069	0.145931	9.910415	27
34	9.764662	9.854336	0.145664	9.910325	26
35	9.764838	9.854603	0.145397	9.910235	25
36	9.765015	9.854870	0.145130	9.910144	24
37	9.765191	9.855137	0.144863	9.910054	23
38	9.765367	9.855404	0.144596	9.909963	22
39	9.765544	9.855671	0.144329	9.909873	21
40	9.765720	9.855938	0.144062	9.909782	20
41	9.765896	9.856204	0.143796	9.909691	19
42	9.766072	9.856471	0.143529	9.909601	18
43	9.766247	9.856737	0.143263	9.909510	17
44	9.766423	9.857004	0.142996	9.909419	16
45	9.766598	9.857270	0.142730	9.909328	15
46	9.766774	9.857537	0.142463	9.909237	14
47	9.766949	9.857803	0.142197	9.909146	13
48	9.767124	9.858069	0.141931	9.909055	12
49	9.767300	9.858336	0.141664	9.908964	11
50	9.767475	9.858602	0.141398	9.908873	10
51	9.767649	9.858868	0.141132	9.908781	9
52	9.767824	9.859134	0.140866	9.908690	8
53	9.767999	9.859400	0.140600	9.908599	7
54	9.768173	9.859666	0.140334	9.908507	6
55	9.768348	9.859932	0.140068	9.908416	5
56	9.768522	9.860198	0.139802	9.908324	4
57	9.768697	9.860464	0.139536	9.908233	3
58	9.768871	9.860730	0.139270	9.908141	2
59	9.769045	9.860995	0.139005	9.908049	1
60	9.769219	9.861261	0.138739	9.907958	0
	Cosin. 54	Cotang. 54	Tang. 54	Sin. 54	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6435	3.808549	6450	3.809560	6465	3.810569
6436	3.808616	6451	3.809627	6466	3.810636
6437	3.808684	6452	3.809694	6467	3.810703
6438	3.808751	6453	3.809762	6468	3.810770
6439	3.808818	6454	3.809829	6469	3.810837
6440	3.808886	6455	3.809896	6470	3.810904
6441	3.808953	6456	3.809964	6471	3.810971
6442	3.809021	6457	3.810031	6472	3.811039
6443	3.809088	6458	3.810098	6473	3.811106
6444	3.809156	6459	3.810165	6474	3.811173
6445	3.809223	6460	3.810233	6475	3.811240
6446	3.809290	6461	3.810300	6476	3.811307
6447	3.809358	6462	3.810367	6477	3.811374
6448	3.809425	6463	3.810434	6478	3.811441
6449	3.809492	6464	3.810501	6479	3.811508

′	Sin. 36	Tang. 36	Cotang. 36	Cosin. 36	
0	9.769219	9.861261	0.138739	9.907958	60
1	9.769393	9.861527	0.138473	9.907866	59
2	9.769566	9.861792	0.138208	9.907774	58
3	9.769740	9.862058	0.137942	9.907682	57
4	9.769913	9.862323	0.137677	9.907590	56
5	9.770087	9.862589	0.137411	9.907498	55
6	9.770260	9.862854	0.137146	9.907406	54
7	9.770433	9.863119	0.136881	9.907314	53
8	9.770606	9.863385	0.136615	9.907222	52
9	9.770779	9.863650	0.136350	9.907129	51
10	9.770952	9.863915	0.136085	9.907037	50
11	9.771125	9.864180	0.135820	9.906945	49
12	9.771298	9.864445	0.135555	9.906852	48
13	9.771470	9.864710	0.135290	9.906760	47
14	9.771643	9.864975	0.135025	9.906667	46
15	9.771815	9.865240	0.134760	9.906575	45
16	9.771987	9.865505	0.134495	9.906482	44
17	9.772159	9.865770	0.134230	9.906389	43
18	9.772331	9.866035	0.133965	9.906296	42
19	9.772503	9.866300	0.133700	9.906204	41
20	9.772675	9.866564	0.133436	9.906111	40
21	9.772847	9.866829	0.133171	9.906018	39
22	9.773018	9.867094	0.132906	9.905925	38
23	9.773190	9.867358	0.132642	9.905832	37
24	9.773361	9.867623	0.132377	9.905739	36
25	9.773533	9.867887	0.132113	9.905645	35
26	9.773704	9.868152	0.131848	9.905552	34
27	9.773875	9.868416	0.131584	9.905459	33
28	9.774046	9.868680	0.131320	9.905366	32
29	9.774217	9.868945	0.131055	9.905272	31
30	9.774388	9.869209	0.130791	9.905179	30
	Cosin. 53	Cotang. 53	Tang. 53	Sin. 53	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6480	3.811575						
6481	3.811642						
6482	3.811709						
6483	3.811776						
6484	3.811843						
6485	3.811910						
6486	3.811977						
6487	3.812044						
6488	3.812111						
6489	3.812178						
6490	3.812245						
6491	3.812312						
6492	3.812379						
6493	3.812445						
6494	3.812512						
6495	3.812579						
6496	3.812646						
6497	3.812713						
6498	3.812780						
6499	3.812847						
6500	3.812913						
6501	3.812980						
6502	3.813047						
6503	3.813114						
6504	3.813181						
6505	3.813247						
6506	3.813314						
6507	3.813381						
6508	3.813448						
6509	3.813514						
6510	3.813581	6525	3.814581	6540	3.815578	6555	3.816573
6511	3.813648	6526	3.814647	6541	3.815644	6556	3.816639
6512	3.813714	6527	3.814714	6542	3.815711	6557	3.816705
6513	3.813781	6528	3.814780	6543	3.815777	6558	3.816771
6514	3.813848	6529	3.814847	6544	3.815843	6559	3.816838
6515	3.813914	6530	3.814913	6545	3.815911	6560	3.816904
6516	3.813981	6531	3.814980	6546	3.815976	6561	3.816970
6517	3.814048	6532	3.815046	6547	3.816042	6562	3.817036
6518	3.814114	6533	3.815113	6548	3.816109	6563	3.817102
6519	3.814181	6534	3.815179	6549	3.816175	6564	3.817169
6520	3.814248	6535	3.815246	6550	3.816241	6565	3.817235
6521	3.814314	6536	3.815312	6551	3.816308	6566	3.817301
6522	3.814381	6537	3.815378	6552	3.816374	6567	3.817367
6523	3.814447	6538	3.815445	6553	3.816440	6568	3.817433
6524	3.814514	6539	3.815511	6554	3.816506	6569	3.817499

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 36	Tang. 36	Cotang. 36	Cosin. 36	
30	9.774388	9.869209	0.130791	9.905179	30
31	9.774558	9.869473	0.130527	9.905085	29
32	9.774729	9.869737	0.130263	9.904992	28
33	9.774899	9.870001	0.129999	9.904898	27
34	9.775070	9.870265	0.129735	9.904804	26
35	9.775240	9.870529	0.129471	9.904711	25
36	9.775410	9.870793	0.129207	9.904617	24
37	9.775580	9.871057	0.128943	9.904523	23
38	9.775750	9.871321	0.128679	9.904429	22
39	9.775920	9.871585	0.128415	9.904335	21
40	9.776090	9.871849	0.128151	9.904241	20
41	9.776259	9.872112	0.127888	9.904147	19
42	9.776429	9.872376	0.127624	9.904053	18
43	9.776598	9.872640	0.127360	9.903959	17
44	9.776767	9.872903	0.127097	9.903864	16
45	9.776937	9.873167	0.126833	9.903770	15
46	9.777106	9.873430	0.126570	9.903676	14
47	9.777275	9.873694	0.126306	9.903581	13
48	9.777444	9.873957	0.126043	9.903487	12
49	9.777613	9.874220	0.125780	9.903392	11
50	9.777781	9.874484	0.125516	9.903298	10
51	9.777950	9.874747	0.125253	9.903203	9
52	9.778119	9.875010	0.124990	9.903108	8
53	9.778287	9.875273	0.124727	9.903014	7
54	9.778455	9.875537	0.124463	9.902919	6
55	9.778624	9.875800	0.124200	9.902824	5
56	9.778792	9.876063	0.123937	9.902729	4
57	9.778960	9.876326	0.123674	9.902634	3
58	9.779128	9.876589	0.123411	9.902539	2
59	9.779295	9.876852	0.123148	9.902444	1
60	9.779463	9.877114	0.122886	9.902349	0
	Cosin. 53	Cotang. 53	Tang. 53	Sin. 53	′

Nomb.	Logarith.
6570	3.817565
6571	3.817631
6572	3.817698
6573	3.817764
6574	3.817830
6575	3.817896
6576	3.817962
6577	3.818028
6578	3.818094
6579	3.818160
6580	3.818226
6581	3.818292
6582	3.818358
6583	3.818424
6584	3.818490
6585	3.818556
6586	3.818622
6587	3.818688
6588	3.818754
6589	3.818820
6590	3.818885
6591	3.818951
6592	3.819017
6593	3.819083
6594	3.819149
6595	3.819215
6596	3.819281
6597	3.819346
6598	3.819412
6599	3.819478

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6600	3.819544	6615	3.820530	6630	3.821514	6645	3.822495
6601	3.819610	6616	3.820595	6631	3.821579	6646	3.822560
6602	3.819676	6617	3.820661	6632	3.821645	6647	3.822626
6603	3.819741	6618	3.820727	6633	3.821710	6648	3.822691
6604	3.819807	6619	3.820792	6634	3.821775	6649	3.822756
6605	3.819873	6620	3.820858	6635	3.821841	6650	3.822822
6606	3.819939	6621	3.820924	6636	3.821906	6651	3.822887
6607	3.820004	6622	3.820989	6637	3.821972	6652	3.822952
6608	3.820070	6623	3.821055	6638	3.822037	6653	3.823018
6609	3.820136	6624	3.821120	6639	3.822103	6654	3.823083
6610	3.820201	6625	3.821186	6640	3.822168	6655	3.823148
6611	3.820267	6626	3.821251	6641	3.822233	6656	3.823213
6612	3.820333	6627	3.821317	6642	3.822299	6657	3.823279
6613	3.820399	6628	3.821382	6643	3.822364	6658	3.823344
6614	3.820464	6629	3.821448	6644	3.822430	6659	3.823409

′	Sin. 37	Tang. 37	Cotang. 37	Cosin. 37	
0	9.779463	9.877114	0.122886	9.902349	60
1	9.779631	9.877377	0.122623	9.902253	59
2	9.779798	9.877640	0.122360	9.902158	58
3	9.779966	9.877903	0.122097	9.902063	57
4	9.780133	9.878165	0.121835	9.901967	56
5	9.780300	9.878428	0.121572	9.901872	55
6	9.780467	9.878691	0.121309	9.901776	54
7	9.780634	9.878953	0.121047	9.901681	53
8	9.780801	9.879216	0.120784	9.901585	52
9	9.780968	9.879478	0.120522	9.901490	51
10	9.781134	9.879741	0.120259	9.901394	50
11	9.781301	9.880003	0.119997	9.901298	49
12	9.781468	9.880265	0.119735	9.901202	48
13	9.781634	9.880528	0.119472	9.901106	47
14	9.781800	9.880790	0.119210	9.901010	46
15	9.781966	9.881052	0.118948	9.900914	45
16	9.782132	9.881314	0.118686	9.900818	44
17	9.782298	9.881577	0.118423	9.900722	43
18	9.782464	9.881839	0.118161	9.900626	42
19	9.782630	9.882101	0.117899	9.900529	41
20	9.782796	9.882363	0.117637	9.900433	40
21	9.782961	9.882625	0.117375	9.900337	39
22	9.783127	9.882887	0.117113	9.900240	38
23	9.783292	9.883148	0.116852	9.900144	37
24	9.783458	9.883410	0.116590	9.900047	36
25	9.783623	9.883672	0.116328	9.899951	35
26	9.783788	9.883934	0.116066	9.899854	34
27	9.783953	9.884196	0.115804	9.899757	33
28	9.784118	9.884457	0.115543	9.899660	32
29	9.784282	9.884719	0.115281	9.899564	31
30	9.784447	9.884980	0.115020	9.899467	30
	Cosin. 52	Cotang. 52	Tang. 52	Sin. 52	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6660	3.823474	6705	3.826399	6720	3.827369	6735	3.828338
6661	3.823539	6706	3.826464	6721	3.827434	6736	3.828402
6662	3.823605	6707	3.826528	6722	3.827499	6737	3.828467
6663	3.823670	6708	3.826593	6723	3.827563	6738	3.828531
6664	3.823735	6709	3.826658	6724	3.827628	6739	3.828595
6665	3.823800	6710	3.826723	6725	3.827692	6740	3.828660
6666	3.823865	6711	3.826787	6726	3.827757	6741	3.828724
6667	3.823930	6712	3.826852	6727	3.827821	6742	3.828789
6668	3.823996	6713	3.826917	6728	3.827886	6743	3.828853
6669	3.824061	6714	3.826981	6729	3.827951	6744	3.828918
6670	3.824126	6715	3.827046	6730	3.828015	6745	3.828982
6671	3.824191	6716	3.827111	6731	3.828080	6746	3.829046
6672	3.824256	6717	3.827175	6732	3.828144	6747	3.829111
6673	3.824321	6718	3.827240	6733	3.828209	6748	3.829175
6674	3.824386	6719	3.827305	6734	3.828273	6749	3.829239
6675	3.824451						
6676	3.824516						
6677	3.824581						
6678	3.824646						
6679	3.824711						
6680	3.824776						
6681	3.824841						
6682	3.824906						
6683	3.824971						
6684	3.825036						
6685	3.825101						
6686	3.825166						
6687	3.825231						
6688	3.825296						
6689	3.825361						
6690	3.825426						
6691	3.825491						
6692	3.825556						
6693	3.825621						
6694	3.825686						
6695	3.825751						
6696	3.825815						
6697	3.825880						
6698	3.825945						
6699	3.826010						
6700	3.826075						
6701	3.826140						
6702	3.826204						
6703	3.826269						
6704	3.826334						

'	Sin. 37	Tang. 37	Cotang. 37	Cosin. 37	
30	9.784447	9.884980	0.115020	9.899467	30
31	9.784612	9.885242	0.114758	9.899370	29
32	9.784776	9.885504	0.114496	9.899273	28
33	9.784941	9.885765	0.114235	9.899176	27
34	9.785105	9.886026	0.113974	9.899078	26
35	9.785269	9.886288	0.113712	9.898981	25
36	9.785433	9.886549	0.113451	9.898884	24
37	9.785597	9.886811	0.113189	9.898787	23
38	9.785761	9.887072	0.112928	9.898689	22
39	9.785925	9.887333	0.112667	9.898592	21
40	9.786089	9.887594	0.112406	9.898494	20
41	9.786252	9.887855	0.112145	9.898397	19
42	9.786416	9.888116	0.111884	9.898299	18
43	9.786579	9.888378	0.111622	9.898202	17
44	9.786742	9.888639	0.111361	9.898104	16
45	9.786906	9.888900	0.111100	9.898006	15
46	9.787069	9.889161	0.110839	9.897908	14
47	9.787232	9.889421	0.110579	9.897810	13
48	9.787395	9.889682	0.110318	9.897712	12
49	9.787557	9.889943	0.110057	9.897614	11
50	9.787720	9.890204	0.109796	9.897516	10
51	9.787883	9.890465	0.109535	9.897418	9
52	9.788045	9.890725	0.109275	9.897320	8
53	9.788208	9.890986	0.109014	9.897222	7
54	9.788370	9.891247	0.108753	9.897123	6
55	9.788532	9.891507	0.108493	9.897025	5
56	9.788694	9.891768	0.108232	9.896926	4
57	9.788856	9.892028	0.107972	9.896828	3
58	9.789018	9.892289	0.107711	9.896729	2
59	9.789180	9.892549	0.107451	9.896631	1
60	9.789342	9.892810	0.107190	9.896532	0
	Cosin. 52	Cotang. 52	Tang. 52	Sin. 52	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6750	3.829304						
6751	3.829368						
6752	3.829432						
6753	3.829497						
6754	3.829561						
6755	3.829625						
6756	3.829690						
6757	3.829754						
6758	3.829818						
6759	3.829882						
6760	3.829947						
6761	3.830011						
6762	3.830075						
6763	3.830139						
6764	3.830204						
6765	3.830268						
6766	3.830332						
6767	3.830396						
6768	3.830460						
6769	3.830525						
6770	3.830589						
6771	3.830653						
6772	3.830717						
6773	3.830781						
6774	3.830845						
6775	3.830909						
6776	3.830973						
6777	3.831037						
6778	3.831102						
6779	3.831166						
6780	3.831230	6795	3.832189	6810	3.833147	6825	3.834103
6781	3.831294	6796	3.832253	6811	3.833211	6826	3.834166
6782	3.831358	6797	3.832317	6812	3.833275	6827	3.834230
6783	3.831422	6798	3.832381	6813	3.833338	6828	3.834294
6784	3.831486	6799	3.832445	6814	3.833402	6829	3.834357
6785	3.831550	6800	3.832509	6815	3.833466	6830	3.834421
6786	3.831614	6801	3.832573	6816	3.833530	6831	3.834484
6787	3.831678	6802	3.832637	6817	3.833593	6832	3.834548
6788	3.831742	6803	3.832700	6818	3.833657	6833	3.834611
6789	3.831806	6804	3.832764	6819	3.833721	6834	3.834675
6790	3.831870	6805	3.832828	6820	3.833784	6835	3.834739
6791	3.831934	6806	3.832892	6821	3.833848	6836	3.834802
6792	3.831998	6807	3.832956	6822	3.833912	6837	3.834866
6793	3.832062	6808	3.833020	6823	3.833975	6838	3.834929
6794	3.832126	6809	3.833083	6824	3.834039	6839	3.834993

′	Sin. 38	Tang. 38	Cotang. 38	Cosin. 38	
0	9.789342	9.892810	0.107190	9.896532	60
1	9.789504	9.893070	0.106930	9.896433	59
2	9.789665	9.893331	0.106669	9.896335	58
3	9.789827	9.893591	0.106409	9.896236	57
4	9.789988	9.893851	0.106149	9.896137	56
5	9.790149	9.894111	0.105889	9.896038	55
6	9.790310	9.894372	0.105628	9.895939	54
7	9.790471	9.894632	0.105368	9.895840	53
8	9.790632	9.894892	0.105108	9.895741	52
9	9.790793	9.895152	0.104848	9.895641	51
10	9.790954	9.895412	0.104588	9.895542	50
11	9.791115	9.895672	0.104328	9.895443	49
12	9.791275	9.895932	0.104068	9.895343	48
13	9.791436	9.896192	0.103808	9.895244	47
14	9.791596	9.896452	0.103548	9.895145	46
15	9.791757	9.896712	0.103288	9.895045	45
16	9.791917	9.896971	0.103029	9.894945	44
17	9.792077	9.897231	0.102769	9.894846	43
18	9.792237	9.897491	0.102509	9.894746	42
19	9.792397	9.897751	0.102249	9.894646	41
20	9.792557	9.898010	0.101990	9.894546	40
21	9.792716	9.898270	0.101730	9.894446	39
22	9.792876	9.898530	0.101470	9.894346	38
23	9.793035	9.898789	0.101211	9.894246	37
24	9.793195	9.899049	0.100951	9.894146	36
25	9.793354	9.899308	0.100692	9.894046	35
26	9.793514	9.899568	0.100432	9.893946	34
27	9.793673	9.899827	0.100173	9.893846	33
28	9.793832	9.900086	0.099913	9.893745	32
29	9.793991	9.900346	0.099654	9.893645	31
30	9.794150	9.900605	0.099395	9.893544	30
	Cosin. 51	Cotang. 51	Tang. 51	Sin. 51	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
6840	3.835056
6841	3.835120
6842	3.835183
6843	3.835247
6844	3.835310
6845	3.835373
6846	3.835437
6847	3.835500
6848	3.835564
6849	3.835627
6850	3.835691
6851	3.835754
6852	3.835817
6853	3.835881
6854	3.835944
6855	3.836007
6856	3.836071
6857	3.836134
6858	3.836197
6859	3.836261
6860	3.836324
6861	3.836387
6862	3.836451
6863	3.836514
6864	3.836577
6865	3.836641
6866	3.836704
6867	3.836767
6868	3.836830
6869	3.836894

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6870	3.836957	6885	3.837904	6900	3.838849	6915	3.839792
6871	3.837020	6886	3.837967	6901	3.838912	6916	3.839855
6872	3.837083	6887	3.838030	6902	3.838975	6917	3.839918
6873	3.837146	6888	3.838093	6903	3.839038	6918	3.839981
6874	3.837210	6889	3.838156	6904	3.839101	6919	3.840043
6875	3.837273	6890	3.838219	6905	3.839164	6920	3.840106
6876	3.837336	6891	3.838282	6906	3.839227	6921	3.840169
6877	3.837399	6892	3.838345	6907	3.839289	6922	3.840232
6878	3.837462	6893	3.838408	6908	3.839352	6923	3.840294
6879	3.837525	6894	3.838471	6909	3.839415	6924	3.840357
6880	3.837588	6895	3.838534	6910	3.839478	6925	3.840420
6881	3.837652	6896	3.838597	6911	3.839541	6926	3.840482
6882	3.837715	6897	3.838660	6912	3.839604	6927	3.840545
6883	3.837778	6898	3.838723	6913	3.839667	6928	3.840608
6884	3.837841	6899	3.838786	6914	3.839729	6929	3.840671

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
6930	3.840733
6931	3.840796
6932	3.840859
6933	3.840921
6934	3.840984
6935	3.841046
6936	3.841109
6937	3.841172
6938	3.841234
6939	3.841297
6940	3.841359
6941	3.841422
6942	3.841485
6943	3.841547
6944	3.841610
6945	3.841672
6946	3.841735
6947	3.841797
6948	3.841860
6949	3.841922
6950	3.841985
6951	3.842047
6952	3.842110
6953	3.842172
6954	3.842235
6955	3.842297
6956	3.842360
6957	3.842422
6958	3.842484
6959	3.842547
6960	3.842609
6961	3.842672
6962	3.842734
6963	3.842796
6964	3.842859
6965	3.842921
6966	3.842983
6967	3.843046
6968	3.843108
6969	3.843170
6970	3.843233
6971	3.843295
6972	3.843357
6973	3.843420
6974	3.843482

′	Sin. 38	Tang. 38	Cotang. 38	Cosin. 38	
30	9.794150	9.900605	0.099395	9.893544	30
31	9.794308	9.900864	0.099136	9.893444	29
32	9.794467	9.901124	0.098876	9.893343	28
33	9.794626	9.901383	0.098617	9.893243	27
34	9.794784	9.901642	0.098358	9.893142	26
35	9.794942	9.901901	0.098099	9.893041	25
36	9.795101	9.902160	0.097840	9.892940	24
37	9.795259	9.902420	0.097580	9.892839	23
38	9.795417	9.902679	0.097321	9.892739	22
39	9.795575	9.902938	0.097062	9.892638	21
40	9.795733	9.903197	0.096803	9.892536	20
41	9.795891	9.903456	0.096544	9.892435	19
42	9.796049	9.903714	0.096286	9.892334	18
43	9.796206	9.903973	0.096027	9.892233	17
44	9.796364	9.904232	0.095768	9.892132	16
45	9.796521	9.904491	0.095509	9.892030	15
46	9.796679	9.904750	0.095250	9.891929	14
47	9.796836	9.905008	0.094991	9.891827	13
48	9.796993	9.905267	0.094733	9.891726	12
49	9.797150	9.905526	0.094474	9.891624	11
50	9.797307	9.905785	0.094215	9.891523	10
51	9.797464	9.906043	0.093957	9.891421	9
52	9.797621	9.906302	0.093698	9.891319	8
53	9.797777	9.906560	0.093440	9.891217	7
54	9.797934	9.906819	0.093181	9.891115	6
55	9.798091	9.907077	0.092923	9.891013	5
56	9.798247	9.907336	0.092664	9.890911	4
57	9.798403	9.907594	0.092406	9.890809	3
58	9.798560	9.907853	0.092147	9.890707	2
59	9.798716	9.908111	0.091889	9.890605	1
60	9.798872	9.908369	0.091631	9.890503	0
	Cosin. 51	Cotang. 51	Tang. 51	Sin. 51	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
6975	3.843544	6990	3.844477	7005	3.845408
6976	3.843606	6991	3.844539	7006	3.845470
6977	3.843669	6992	3.844601	7007	3.845532
6978	3.843731	6993	3.844664	7008	3.845594
6979	3.843793	6994	3.844726	7009	3.845656
6980	3.843855	6995	3.844788	7010	3.845718
6981	3.843918	6996	3.844850	7011	3.845780
6982	3.843980	6997	3.844912	7012	3.845842
6983	3.844042	6998	3.844974	7013	3.845904
6984	3.844104	6999	3.845036	7014	3.845966
6985	3.844166	7000	3.845098	7015	3.846028
6986	3.844229	7001	3.845160	7016	3.846090
6987	3.844291	7002	3.845222	7017	3.846151
6988	3.844353	7003	3.845284	7018	3.846213
6989	3.844415	7004	3.845346	7019	3.846275

'	Sin. 39	Tang. 39	Cotang. 39	Cosin. 39	
0	9.798872	9.908369	0.091631	9.890503	60
1	9.799028	9.908628	0.091372	9.890400	59
2	9.799184	9.908886	0.091114	9.890298	58
3	9.799339	9.909144	0.090856	9.890195	57
4	9.799495	9.909402	0.090598	9.890093	56
5	9.799651	9.909660	0.090340	9.889990	55
6	9.799806	9.909918	0.090082	9.889888	54
7	9.799962	9.910177	0.089823	9.889785	53
8	9.800117	9.910435	0.089565	9.889682	52
9	9.800272	9.910693	0.089307	9.889579	51
10	9.800427	9.910951	0.089049	9.889477	50
11	9.800582	9.911209	0.088791	9.889374	49
12	9.800737	9.911467	0.088533	9.889271	48
13	9.800892	9.911725	0.088275	9.889168	47
14	9.801047	9.911982	0.088018	9.889064	46
15	9.801201	9.912240	0.087760	9.888961	45
16	9.801356	9.912498	0.087502	9.888858	44
17	9.801511	9.912756	0.087244	9.888755	43
18	9.801665	9.913014	0.086986	9.888651	42
19	9.801819	9.913271	0.086729	9.888548	41
20	9.801973	9.913529	0.086471	9.888444	40
21	9.802128	9.913787	0.086213	9.888341	39
22	9.802282	9.914044	0.085956	9.888237	38
23	9.802436	9.914302	0.085698	9.888134	37
24	9.802589	9.914560	0.085440	9.888030	36
25	9.802743	9.914817	0.085183	9.887926	35
26	9.802897	9.915075	0.084925	9.887822	34
27	9.803050	9.915332	0.084668	9.887718	33
28	9.803204	9.915590	0.084410	9.887614	32
29	9.803357	9.915847	0.084153	9.887510	31
30	9.803511	9.916104	0.083896	9.887406	30
	Cosin. 50	Cotang. 50	Tang. 50	Sin. 50	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
7020	3.846337
7021	3.846399
7022	3.846461
7023	3.846523
7024	3.846585
7025	3.846646
7026	3.846708
7027	3.846770
7028	3.846832
7029	3.846894
7030	3.846955
7031	3.847017
7032	3.847079
7033	3.847141
7034	3.847202
7035	3.847264
7036	3.847326
7037	3.847388
7038	3.847449
7039	3.847511
7040	3.847573
7041	3.847634
7042	3.847696
7043	3.847758
7044	3.847819
7045	3.847881
7046	3.847943
7047	3.848004
7048	3.848066
7049	3.848128
7050	3.848189
7051	3.848251
7052	3.848312
7053	3.848374
7054	3.848435
7055	3.848497
7056	3.848559
7057	3.848620
7058	3.848682
7059	3.848743
7060	3.848805
7061	3.848866
7062	3.848928
7063	3.848989
7064	3.849051

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7065	3.849112	7080	3.850033	7095	3.850952
7066	3.849174	7081	3.850095	7096	3.851014
7067	3.849235	7082	3.850156	7097	3.851075
7068	3.849297	7083	3.850217	7098	3.851136
7069	3.849358	7084	3.850279	7099	3.851197
7070	3.849419	7085	3.850340	7100	3.851258
7071	3.849481	7086	3.850401	7101	3.851320
7072	3.849542	7087	3.850462	7102	3.851381
7073	3.849604	7088	3.850524	7103	3.851442
7074	3.849665	7089	3.850585	7104	3.851503
7075	3.849726	7090	3.850646	7105	3.851564
7076	3.849788	7091	3.850707	7106	3.851625
7077	3.849849	7092	3.850769	7107	3.851686
7078	3.849911	7093	3.850830	7108	3.851747
7079	3.849972	7094	3.850891	7109	3.851809

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
7110	3.851870
7111	3.851931
7112	3.851992
7113	3.852053
7114	3.852114
7115	3.852175
7116	3.852236
7117	3.852297
7118	3.852358
7119	3.852419
7120	3.852480
7121	3.852541
7122	3.852602
7123	3.852663
7124	3.852724
7125	3.852785
7126	3.852846
7127	3.852907
7128	3.852968
7129	3.853029
7130	3.853090
7131	3.853150
7132	3.853211
7133	3.853272
7134	3.853333
7135	3.853394
7136	3.853455
7137	3.853516
7138	3.853576
7139	3.853637
7140	3.853698
7141	3.853759
7142	3.853820
7143	3.853881
7144	3.853941
7145	3.854002
7146	3.854063
7147	3.854124
7148	3.854185
7149	3.854245
7150	3.854306
7151	3.854367
7152	3.854428
7153	3.854488
7154	3.854549

′	Sin. 39	Tang. 39	Cotang. 39	Cosin. 39	
30	9.803511	9.916104	0.083896	9.887406	30
31	9.803664	9.916362	0.083638	9.887302	29
32	9.803817	9.916619	0.083381	9.887198	28
33	9.803970	9.916877	0.083123	9.887093	27
34	9.804123	9.917134	0.082866	9.886989	26
35	9.804276	9.917391	0.082609	9.886885	25
36	9.804428	9.917648	0.082352	9.886780	24
37	9.804581	9.917906	0.082094	9.886676	23
38	9.804734	9.918163	0.081837	9.886571	22
39	9.804886	9.918420	0.081580	9.886466	21
40	9.805039	9.918677	0.081323	9.886362	20
41	9.805191	9.918934	0.081066	9.886257	19
42	9.805343	9.919191	0.080809	9.886152	18
43	9.805495	9.919448	0.080552	9.886047	17
44	9.805647	9.919705	0.080295	9.885942	16
45	9.805799	9.919962	0.080038	9.885837	15
46	9.805951	9.920219	0.079781	9.885732	14
47	9.806103	9.920476	0.079524	9.885627	13
48	9.806254	9.920733	0.079267	9.885522	12
49	9.806406	9.920990	0.079010	9.885416	11
50	9.806557	9.921247	0.078753	9.885311	10
51	9.806709	9.921503	0.078497	9.885205	9
52	9.806860	9.921760	0.078240	9.885100	8
53	9.807011	9.922017	0.077983	9.884994	7
54	9.807163	9.922274	0.077726	9.884839	6
55	9.807314	9.922530	0.077470	9.884783	5
56	9.807465	9.922787	0.077213	9.884677	4
57	9.807615	9.923044	0.076956	9.884572	3
58	9.807766	9.923300	0.076700	9.884466	2
59	9.807917	9.923557	0.076443	9.884360	1
60	9.808067	9.923814	0.076186	9.884254	0
	Cosin. 50	Cotang. 50	Tang. 50	Sin. 50	′

Nomb.	Logarith	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7155	3.854610	7170	3.855519	7185	3.856427
7156	3.854670	7171	3.855580	7186	3.856487
7157	3.854731	7172	3.855640	7187	3.856548
7158	3.854792	7173	3.855701	7188	3.856608
7159	3.854852	7174	3.855761	7189	3.856668
7160	3.854913	7175	3.855822	7190	3.856729
7161	3.854974	7176	3.855882	7191	3.856789
7162	3.855034	7177	3.855943	7192	3.856850
7163	3.855095	7178	3.856003	7193	3.856910
7164	3.855156	7179	3.856064	7194	3.856970
7165	3.855216	7180	3.856124	7195	3.857031
7166	3.855277	7181	3.856185	7196	3.857091
7167	3.855337	7182	3.856245	7197	3.857152
7168	3.855398	7183	3.856306	7198	3.857212
7169	3.855459	7184	3.856366	7199	3.857272

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 40	Tang. 40	Cotang. 40	Cosin. 40	
0	9.808067	9.923814	0.076186	9.884254	60
1	9.808218	9.924070	0.075930	9.884148	59
2	9.808368	9.924327	0.075673	9.884042	58
3	9.808519	9.924583	0.075417	9.883936	57
4	9.808669	9.924840	0.075160	9.883829	56
5	9.808819	9.925096	0.074904	9.883723	55
6	9.808969	9.925352	0.074648	9.883617	54
7	9.809119	9.925609	0.074391	9.883510	53
8	9.809269	9.925865	0.074135	9.883404	52
9	9.809419	9.926122	0.073878	9.883297	51
10	9.809569	9.926378	0.073622	9.883191	50
11	9.809718	9.926634	0.073366	9.883084	49
12	9.809868	9.926890	0.073110	9.882977	48
13	9.810017	9.927147	0.072853	9.882871	47
14	9.810167	9.927403	0.072597	9.882764	46
15	9.810316	9.927659	0.072341	9.882657	45
16	9.810465	9.927915	0.072085	9.882550	44
17	9.810614	9.928171	0.071829	9.882443	43
18	9.810763	9.928427	0.071573	9.882336	42
19	9.810912	9.928684	0.071316	9.882229	41
20	9.811061	9.928940	0.071060	9.882121	40
21	9.811210	9.929196	0.070804	9.882014	39
22	9.811358	9.929452	0.070548	9.881907	38
23	9.811507	9.929708	0.070292	9.881799	37
24	9.811655	9.929964	0.070036	9.881692	36
25	9.811804	9.930220	0.069780	9.881584	35
26	9.811952	9.930475	0.069525	9.881477	34
27	9.812100	9.930731	0.069269	9.881369	33
28	9.812248	9.930987	0.069013	9.881261	32
29	9.812396	9.931243	0.068757	9.881153	31
30	9.812544	9.931499	0.068501	9.881046	30
	Cosin. 49	Cotang. 49	Tang. 49	Sin. 49	′

Nomb.	Logarith.
7200	3.857332
7201	3.857393
7202	3.857453
7203	3.857513
7204	3.857574
7205	3.857634
7206	3.857694
7207	3.857755
7208	3.857815
7209	3.857875
7210	3.857935
7211	3.857995
7212	3.858056
7213	3.858116
7214	3.858176
7215	3.858236
7216	3.858297
7217	3.858357
7218	3.858417
7219	3.858477
7220	3.858537
7221	3.858597
7222	3.858657
7223	3.858718
7224	3.858778
7225	3.858838
7226	3.858898
7227	3.858958
7228	3.859018
7229	3.859078
7230	3.859138
7231	3.859198
7232	3.859258
7233	3.859318
7234	3.859379
7235	3.859439
7236	3.859499
7237	3.859559
7238	3.859619
7239	3.859679
7240	3.859739
7241	3.859799
7242	3.859859
7243	3.859918
7244	3.859978

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7245	3.860038	7260	3.860937	7275	3.861833
7246	3.860098	7261	3.860996	7276	3.861893
7247	3.860158	7262	3.861056	7277	3.861952
7248	3.860218	7263	3.861116	7278	3.862012
7249	3.860278	7264	3.861176	7279	3.862072
7250	3.860338	7265	3.861236	7280	3.862131
7251	3.860398	7266	3.861295	7281	3.862191
7252	3.860458	7267	3.861355	7282	3.862251
7253	3.860518	7268	3.861415	7283	3.862310
7254	3.860578	7269	3.861475	7284	3.862370
7255	3.860637	7270	3.861534	7285	3.862430
7256	3.860697	7271	3.861594	7286	3.862489
7257	3.860757	7272	3.861654	7287	3.862549
7258	3.860817	7273	3.861714	7288	3.862608
7259	3.860877	7274	3.861773	7289	3.862668

′	Sin. 40	Tang. 40	Cotang. 40	Cosin. 40	
30	9.812544	9.931499	0.068501	9.881046	30
31	9.812692	9.931755	0.068245	9.880938	29
32	9.812840	9.932010	0.067990	9.880830	28
33	9.812988	9.932266	0.067734	9.880722	27
34	9.813135	9.932522	0.067478	9.880613	26
35	9.813283	9.932778	0.067222	9.880505	25
36	9.813430	9.933033	0.066967	9.880397	24
37	9.813578	9.933289	0.066711	9.880289	23
38	9.813725	9.933545	0.066455	9.880180	22
39	9.813872	9.933800	0.066200	9.880072	21
40	9.814019	9.934056	0.065944	9.879963	20
41	9.814166	9.934311	0.065689	9.879855	19
42	9.814313	9.934567	0.065433	9.879746	18
43	9.814460	9.934822	0.065178	9.879637	17
44	9.814607	9.935078	0.064922	9.879529	16
45	9.814753	9.935333	0.064667	9.879420	15
46	9.814900	9.935589	0.064411	9.879311	14
47	9.815046	9.935844	0.064156	9.879202	13
48	9.815193	9.936100	0.063900	9.879093	12
49	9.815339	9.936355	0.063645	9.878984	11
50	9.815485	9.936611	0.063389	9.878875	10
51	9.815632	9.936866	0.063134	9.878766	9
52	9.815778	9.937121	0.062879	9.878656	8
53	9.815924	9.937377	0.062623	9.878547	7
54	9.816069	9.937632	0.062368	9.878438	6
55	9.816215	9.937887	0.062113	9.878328	5
56	9.816361	9.938142	0.061858	9.878219	4
57	9.816507	9.938398	0.061602	9.878109	3
58	9.816652	9.938653	0.061347	9.877999	2
59	9.816798	9.938908	0.061092	9.877890	1
60	9.816943	9.939163	0.060837	9.877780	0
	Cosin. 49	Cotang. 49	Tang. 49	Sin. 49	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
7290	3.862728
7291	3.862787
7292	3.862847
7293	3.862906
7294	3.862966
7295	3.863025
7296	3.863085
7297	3.863144
7298	3.863204
7299	3.863263
7300	3.863323
7301	3.863382
7302	3.863442
7303	3.863501
7304	3.863561
7305	3.863620
7306	3.863680
7307	3.863739
7308	3.863799
7309	3.863858
7310	3.863917
7311	3.863977
7312	3.864036
7313	3.864096
7314	3.864155
7315	3.864214
7316	3.864274
7317	3.864333
7318	3.864392
7319	3.864452
7320	3.864511
7321	3.864570
7322	3.864630
7323	3.864689
7324	3.864748
7325	3.864808
7326	3.864867
7327	3.864926
7328	3.864985
7329	3.865045
7330	3.865104
7331	3.865163
7332	3.865222
7333	3.865282
7334	3.865341

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7335	3.865400	7350	3.866287	7365	3.867173
7336	3.865459	7351	3.866346	7366	3.867232
7337	3.865519	7352	3.866405	7367	3.867291
7338	3.865578	7353	3.866465	7368	3.867350
7339	3.865637	7354	3.866524	7369	3.867409
7340	3.865696	7355	3.866583	7370	3.867467
7341	3.865755	7356	3.866642	7371	3.867526
7342	3.865814	7357	3.866701	7372	3.867585
7343	3.865874	7358	3.866760	7373	3.867644
7344	3.865933	7359	3.866819	7374	3.867703
7345	3.865992	7360	3.866878	7375	3.867762
7346	3.866051	7361	3.866937	7376	3.867821
7347	3.866110	7362	3.866996	7377	3.867880
7348	3.866169	7363	3.867055	7378	3.867939
7349	3.866228	7364	3.867114	7379	3.867998

LOGARITHMES DES NOMBRES.

′	Sin. 41	Tang. 41	Cotang. 41	Cosin. 41	
0	9.816943	9.939163	0.060837	9.877780	60
1	9.817088	9.939418	0.060582	9.877670	59
2	9.817233	9.939673	0.060327	9.877560	58
3	9.817379	9.939928	0.060072	9.877450	57
4	9.817524	9.940183	0.059817	9.877340	56
5	9.817668	9.940439	0.059561	9.877230	55
6	9.817813	9.940694	0.059306	9.877120	54
7	9.817958	9.940949	0.059051	9.877010	53
8	9.818103	9.941204	0.058796	9.876899	52
9	9.818247	9.941459	0.058541	9.876789	51
10	9.818392	9.941713	0.058287	9.876678	50
11	9.818536	9.941968	0.058032	9.876568	49
12	9.818681	9.942223	0.057777	9.876457	48
13	9.818825	9.942478	0.057522	9.876347	47
14	9.818969	9.942733	0.057267	9.876236	46
15	9.819113	9.942988	0.057012	9.876125	45
16	9.819257	9.943243	0.056757	9.876014	44
17	9.819401	9.943498	0.056502	9.875904	43
18	9.819545	9.943752	0.056248	9.875793	42
19	9.819689	9.944007	0.055993	9.875682	41
20	9.819832	9.944262	0.055738	9.875571	40
21	9.819976	9.944517	0.055483	9.875459	39
22	9.820120	9.944771	0.055229	9.875348	38
23	9.820263	9.945026	0.054974	9.875237	37
24	9.820406	9.945281	0.054719	9.875126	36
25	9.820550	9.945535	0.054465	9.875014	35
26	9.820693	9.945790	0.054210	9.874903	34
27	9.820836	9.946045	0.053955	9.874791	33
28	9.820979	9.946299	0.053701	9.874680	32
29	9.821122	9.946554	0.053446	9.874568	31
30	9.821265	9.946808	0.053192	9.874456	30
	Cosin. 48	Cotang. 48	Tang. 48	Sin. 48	′

Nomb.	Logarith.
7380	3.868056
7381	3.868115
7382	3.868174
7383	3.868233
7384	3.868292
7385	3.868350
7386	3.868409
7387	3.868468
7388	3.868527
7389	3.868586
7390	3.868644
7391	3.868703
7392	3.868762
7393	3.868821
7394	3.868879
7395	3.868938
7396	3.868997
7397	3.869056
7398	3.869114
7399	3.869173
7400	3.869232
7401	3.869290
7402	3.869349
7403	3.869408
7404	3.869466
7405	3.869525
7406	3.869584
7407	3.869642
7408	3.869701
7409	3.869760
7410	3.869818
7411	3.869877
7412	3.869935
7413	3.869994
7414	3.870053
7415	3.870111
7416	3.870170
7417	3.870228
7418	3.870287
7419	3.870345
7420	3.870404
7421	3.870462
7422	3.870521
7423	3.870579
7424	3.870638

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7425	3.870696	7440	3.871573	7455	3.872448
7426	3.870755	7441	3.871631	7456	3.872506
7427	3.870813	7442	3.871690	7457	3.872564
7428	3.870872	7443	3.871748	7458	3.872622
7429	3.870930	7444	3.871806	7459	3.872681
7430	3.870989	7445	3.871865	7460	3.872739
7431	3.871047	7446	3.871923	7461	3.872797
7432	3.871106	7447	3.871981	7462	3.872855
7433	3.871164	7448	3.872040	7463	3.872913
7434	3.871223	7449	3.872098	7464	3.872972
7435	3.871281	7450	3.872156	7465	3.873030
7436	3.871339	7451	3.872215	7466	3.873088
7437	3.871398	7452	3.872273	7467	3.873146
7438	3.871456	7453	3.872331	7468	3.873204
7439	3.871515	7454	3.872389	7469	3.873262

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
7470	3.873321
7471	3.873379
7472	3.873437
7473	3.873495
7474	3.873553
7475	3.873611
7476	3.873669
7477	3.873727
7478	3.873785
7479	3.873844
7480	3.873902
7481	3.873960
7482	3.874018
7483	3.874076
7484	3.874134
7485	3.874192
7486	3.874250
7487	3.874308
7488	3.874366
7489	3.874424
7490	3.874482
7491	3.874540
7492	3.874598
7493	3.874656
7494	3.874714
7495	3.874772
7496	3.874830
7497	3.874888
7498	3.874945
7499	3.875003

′	*Sin.* 41	*Tang.* 41	*Cotang.* 41	*Cosin.* 41	
30	9.821265	9.946808	0.053192	9.874456	30
31	9.821407	9.947063	0.052937	9.874344	29
32	9.821550	9.947318	0.052682	9.874232	28
33	9.821693	9.947572	0.052428	9.874121	27
34	9.821835	9.947827	0.052173	9.874009	26
35	9.821977	9.948081	0.051919	9.873896	25
36	9.822120	9.948335	0.051665	9.873784	24
37	9.822262	9.948590	0.051410	9.873672	23
38	9.822404	9.948844	0.051156	9.873560	22
39	9.822546	9.949099	0.050901	9.873448	21
40	9.822688	9.949353	0.050647	9.873335	20
41	9.822830	9.949608	0.050392	9.873223	19
42	9.822972	9.949862	0.050138	9.873110	18
43	9.823114	9.950116	0.049884	9.872998	17
44	9.823255	9.950371	0.049629	9.872885	16
45	9.823397	9.950625	0.049375	9.872772	15
46	9.823539	9.950879	0.049121	9.872659	14
47	9.823680	9.951133	0.048867	9.872547	13
48	9.823821	9.951388	0.048612	9.872434	12
49	9.823963	9.951642	0.048358	9.872321	11
50	9.824104	9.951896	0.048104	9.872208	10
51	9.824245	9.952150	0.047850	9.872095	9
52	9.824386	9.952405	0.047595	9.871981	8
53	9.824527	9.952659	0.047341	9.871868	7
54	9.824668	9.952913	0.047087	9.871755	6
55	9.824808	9.953167	0.046833	9.871641	5
56	9.824949	9.953421	0.046579	9.871528	4
57	9.825090	9.953675	0.046325	9.871414	3
58	9.825230	9.953929	0.046071	9.871301	2
59	9.825371	9.954183	0.045817	9.871187	1
60	9.825511	9.954437	0.045563	9.871073	0
	Cosin. 48	*Cotang.* 48	*Tang.* 48	*Sin.* 48	′

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7500	3.875061	7515	3.875929	7530	3.876795	7545	3.877659
7501	3.875119	7516	3.875987	7531	3.876853	7546	3.877717
7502	3.875177	7517	3.876045	7532	3.876910	7547	3.877774
7503	3.875235	7518	3.876102	7533	3.876968	7548	3.877832
7504	3.875293	7519	3.876160	7534	3.877026	7549	3.877889
7505	3.875351	7520	3.876218	7535	3.877083	7550	3.877947
7506	3.875409	7521	3.876276	7536	3.877141	7551	3.878004
7507	3.875466	7522	3.876333	7537	3.877199	7552	3.878062
7508	3.875524	7523	3.876391	7538	3.877256	7553	3.878119
7509	3.875582	7524	3.876449	7539	3.877314	7554	3.878177
7510	3.875640	7525	3.876507	7540	3.877371	7555	3.878234
7511	3.875698	7526	3.876564	7541	3.877429	7556	3.878292
7512	3.875756	7527	3.876622	7542	3.877487	7557	3.878349
7513	3.875813	7528	3.876680	7543	3.877544	7558	3.878407
7514	3.875871	7529	3.876737	7544	3.877602	7559	3.878464

'	Sin. 42	Tang. 42	Cotang. 42	Cosin. 42	
0	9.825511	9.954447	0.045563	9.871073	60
1	9.825651	9.954691	0.045309	9.870960	59
2	9.825791	9.954946	0.045054	9.870846	58
3	9.825931	9.955200	0.044800	9.870732	57
4	9.826071	9.955454	0.044546	9.870618	56
5	9.826211	9.955708	0.044292	9.870504	55
6	9.826351	9.955961	0.044039	9.870390	54
7	9.826491	9.956215	0.043785	9.870276	53
8	9.826631	9.956469	0.043531	9.870161	52
9	9.826770	9.956723	0.043277	9.870047	51
10	9.826910	9.956977	0.043023	9.869933	50
11	9.827049	9.957231	0.042769	9.869818	49
12	9.827189	9.957485	0.042515	9.869704	48
13	9.827328	9.957739	0.042261	9.869589	47
14	9.827467	9.957993	0.042007	9.869474	46
15	9.827606	9.958247	0.041753	9.869360	45
16	9.827745	9.958500	0.041500	9.869245	44
17	9.827884	9.958754	0.041246	9.869130	43
18	9.828023	9.959008	0.040992	9.869015	42
19	9.828162	9.959262	0.040738	9.868900	41
20	9.828301	9.959516	0.040484	9.868785	40
21	9.828439	9.959769	0.040231	9.868670	39
22	9.828578	9.960023	0.039977	9.868555	38
23	9.828716	9.960277	0.039723	9.868440	37
24	9.828855	9.960530	0.039470	9.868324	36
25	9.828993	9.960784	0.039216	9.868209	35
26	9.829131	9.961038	0.038962	9.868093	34
27	9.829269	9.961292	0.038708	9.867978	33
28	9.829407	9.961545	0.038455	9.867862	32
29	9.829545	9.961799	0.038201	9.867747	31
30	9.829683	9.962052	0.037948	9.867631	30
	Cosin. 47	*Cotang. 47*	*Tang. 47*	*Sin. 47*	'

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	*Logarith.*
7560	3.878522
7561	3.878579
7562	3.878637
7563	3.878694
7564	3.878752
7565	3.878809
7566	3.878866
7567	3.878924
7568	3.878981
7569	3.879039
7570	3.879096
7571	3.879153
7572	3.879211
7573	3.879268
7574	3.879325
7575	3.879383
7576	3.879440
7577	3.879497
7578	3.879555
7579	3.879612
7580	3.879669
7581	3.879726
7582	3.879784
7583	3.879841
7584	3.879898
7585	3.879956
7586	3.880013
7587	3.880070
7588	3.880127
7589	3.880185
7590	3.880242
7591	3.880299
7592	3.880356
7593	3.880413
7594	3.880471
7595	3.880528
7596	3.880585
7597	3.880642
7598	3.880699
7599	3.880756
7600	3.880814
7601	3.880871
7602	3.880928
7603	3.880985
7604	3.881042

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
7605	3.881099	7620	3.881955	7635	3.882809
7606	3.881156	7621	3.882012	7636	3.882866
7607	3.881213	7622	3.882069	7637	3.882923
7608	3.881271	7623	3.882126	7638	3.882980
7609	3.881328	7624	3.882183	7639	3.883037
7610	3.881385	7625	3.882240	7640	3.883093
7611	3.881442	7626	3.882297	7641	3.883150
7612	3.881499	7627	3.882354	7642	3.883207
7613	3.881556	7628	3.882411	7643	3.883264
7614	3.881613	7629	3.882468	7644	3.883321
7615	3.881670	7630	3.882525	7645	3.883377
7616	3.881727	7631	3.882581	7646	3.883434
7617	3.881784	7632	3.882638	7647	3.883491
7618	3.881841	7633	3.882695	7648	3.883548
7619	3.881898	7634	3.882752	7649	3.883605

′	Sin. 42	Tang. 42	Cotang. 42	Cosin. 42	
30	9.829683	9.962052	0.037948	9.867631	30
31	9.829821	9.962306	0.037694	9.867515	29
32	9.829959	9.962560	0.037440	9.867399	28
33	9.830097	9.962813	0.037187	9.867283	27
34	9.830234	9.963067	0.036933	9.867167	26
35	9.830372	9.963320	0.036680	9.867051	25
36	9.830509	9.963574	0.036426	9.866935	24
37	9.830646	9.963828	0.036172	9.866819	23
38	9.830784	9.964081	0.035919	9.866703	22
39	9.830921	9.964335	0.035665	9.866586	21
40	9.831058	9.964588	0.035412	9.866470	20
41	9.831195	9.964842	0.035158	9.866353	19
42	9.831332	9.965095	0.034905	9.866237	18
43	9.831469	9.965349	0.034651	9.866120	17
44	9.831606	9.965602	0.034398	9.866004	16
45	9.831742	9.965855	0.034145	9.865887	15
46	9.831879	9.966109	0.033891	9.865770	14
47	9.832015	9.966362	0.033638	9.865653	13
48	9.832152	9.966616	0.033384	9.865536	12
49	9.832288	9.966869	0.033131	9.865419	11
50	9.832425	9.967123	0.032877	9.865302	10
51	9.832561	9.967376	0.032624	9.865185	9
52	9.832697	9.967629	0.032371	9.865068	8
53	9.832833	9.967883	0.032117	9.864950	7
54	9.832969	9.968136	0.031864	9.864833	6
55	9.833105	9.968389	0.031611	9.864716	5
56	9.833241	9.968643	0.031357	9.864598	4
57	9.833377	9.968896	0.031104	9.864481	3
58	9.833512	9.969149	0.030851	9.864363	2
59	9.833648	9.969403	0.030597	9.864245	1
60	9.833783	9.969656	0.030344	9.864127	0
	Cosin. 47	Cotang. 47	Tang. 47	Sin. 47	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
7650	3.883661
7651	3.883718
7652	3.883775
7653	3.883832
7654	3.883888
7655	3.883945
7656	3.884002
7657	3.884059
7658	3.884115
7659	3.884172
7660	3.884229
7661	3.884285
7662	3.884342
7663	3.884399
7664	3.884455
7665	3.884512
7666	3.884569
7667	3.884625
7668	3.884682
7669	3.884739
7670	3.884795
7671	3.884852
7672	3.884909
7673	3.884965
7674	3.885022
7675	3.885078
7676	3.885135
7677	3.885192
7678	3.885248
7679	3.885305
7680	3.885361
7681	3.885418
7682	3.885474
7683	3.885531
7684	3.885587
7685	3.885644
7686	3.885700
7687	3.885757
7688	3.885813
7689	3.885870
7690	3.885926
7691	3.885983
7692	3.886039
7693	3.886096
7694	3.886152

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7695	3.886209	7710	3.887054	7725	3.887898
7696	3.886265	7711	3.887111	7726	3.887955
7697	3.886321	7712	3.887167	7727	3.888011
7698	3.886378	7713	3.887223	7728	3.888067
7699	3.886434	7714	3.887280	7729	3.888123
7700	3.886491	7715	3.887336	7730	3.888179
7701	3.886547	7716	3.887392	7731	3.888236
7702	3.886604	7717	3.887448	7732	3.888292
7703	3.886660	7718	3.887505	7733	3.888348
7704	3.886716	7719	3.887561	7734	3.888404
7705	3.886773	7720	3.887617	7735	3.888460
7706	3.886829	7721	3.887674	7736	3.888516
7707	3.886885	7722	3.887730	7737	3.888573
7708	3.886942	7723	3.887786	7738	3.888629
7709	3.886998	7724	3.887842	7739	3.888685

′	Sin. 43	Tang. 43	Cotang. 43	Cosin. 43	
0	9.833783	9.969656	0.030344	9.864127	60
1	9.833919	9.969909	0.030091	9.864010	59
2	9.834054	9.970162	0.029838	9.863892	58
3	9.834189	9.970416	0.029584	9.863774	57
4	9.834325	9.970669	0.029331	9.863656	56
5	9.834460	9.970922	0.029078	9.863538	55
6	9.834595	9.971175	0.028825	9.863419	54
7	9.834730	9.971429	0.028571	9.863301	53
8	9.834865	9.971682	0.028318	9.863183	52
9	9.834999	9.971935	0.028065	9.863064	51
10	9.835134	9.972188	0.027812	9.862946	50
11	9.835269	9.972441	0.027559	9.862827	49
12	9.835403	9.972695	0.027305	9.862709	48
13	9.835538	9.972948	0.027052	9.862590	47
14	9.835672	9.973201	0.026799	9.862471	46
15	9.835807	9.973454	0.026546	9.862353	45
16	9.835941	9.973707	0.026293	9.862234	44
17	9.836075	9.973960	0.026040	9.862115	43
18	9.836209	9.974213	0.025787	9.861996	42
19	9.836343	9.974466	0.025534	9.861877	41
20	9.836477	9.974720	0.025280	9.861758	40
21	9.836611	9.974973	0.025027	9.861638	39
22	9.836745	9.975226	0.024774	9.861519	38
23	9.836878	9.975479	0.024521	9.861400	37
24	9.837012	9.975732	0.024268	9.861280	36
25	9.837146	9.975985	0.024015	9.861161	35
26	9.837279	9.976238	0.023762	9.861041	34
27	9.837412	9.976491	0.023509	9.860922	33
28	9.837546	9.976744	0.023256	9.860802	32
29	9.837679	9.976997	0.023003	9.860682	31
30	9.837812	9.977250	0.022750	9.860562	30
	Cosin. 46	Cotang. 46	Tang. 46	Sin. 46	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
7740	3.888741
7741	3.888797
7742	3.888853
7743	3.888909
7744	3.888965
7745	3.889021
7746	3.889077
7747	3.889134
7748	3.889190
7749	3.889246
7750	3.889302
7751	3.889358
7752	3.889414
7753	3.889470
7754	3.889526
7755	3.889582
7756	3.889638
7757	3.889694
7758	3.889750
7759	3.889806
7760	3.889862
7761	3.889918
7762	3.889974
7763	3.890030
7764	3.890086
7765	3.890141
7766	3.890197
7767	3.890253
7768	3.890309
7769	3.890365
7770	3.890421
7771	3.890477
7772	3.890533
7773	3.890589
7774	3.890645
7775	3.890700
7776	3.890756
7777	3.890812
7778	3.890868
7779	3.890924
7780	3.890980
7781	3.891035
7782	3.891091
7783	3.891147
7784	3.891203

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7785	3.891259	7800	3.892095	7815	3.892929
7786	3.891314	7801	3.892150	7816	3.892985
7787	3.891370	7802	3.892206	7817	3.893040
7788	3.891426	7803	3.892262	7818	3.893096
7789	3.891482	7804	3.892317	7819	3.893151
7790	3.891537	7805	3.892373	7820	3.893207
7791	3.891593	7806	3.892429	7821	3.893262
7792	3.891649	7807	3.892484	7822	3.893318
7793	3.891705	7808	3.892540	7823	3.893373
7794	3.891760	7809	3.892595	7824	3.893429
7795	3.891816	7810	3.892651	7825	3.893484
7796	3.891872	7811	3.892707	7826	3.893540
7797	3.891928	7812	3.892762	7827	3.893595
7798	3.891983	7813	3.892818	7828	3.893651
7799	3.892039	7814	3.892873	7829	3.893706

′	Sin. 43	Tang. 43	Cotang. 43	Cosin. 43	
30	9.837812	9.977250	0.022750	9.860562	30
31	9.837945	9.977503	0.022497	9.860442	29
32	9.838078	9.977756	0.022244	9.860322	28
33	9.838211	9.978009	0.021991	9.860202	27
34	9.838344	9.978262	0.021738	9.860082	26
35	9.838477	9.978515	0.021485	9.859962	25
36	9.838610	9.978768	0.021232	9.859842	24
37	9.838742	9.979021	0.020979	9.859721	23
38	9.838875	9.979274	0.020726	9.859601	22
39	9.839007	9.979527	0.020473	9.859480	21
40	9.839140	9.979780	0.020220	9.859360	20
41	9.839272	9.980033	0.019967	9.859239	19
42	9.839404	9.980286	0.019714	9.859119	18
43	9.839536	9.980538	0,019462	9.858998	17
44	9.839668	9.980791	0.019209	9.858877	16
45	9.839800	9.981044	0.018956	9.858756	15
46	9.839932	9.981297	0.018703	9.858635	14
47	9.840064	9.981550	0.018450	9.858514	13
48	9.840196	9.981803	0.018197	9.858393	12
49	9.840328	9.982056	0.017944	9.858272	11
50	9.840459	9.982309	0.017691	9.858151	10
51	9.840591	9.982562	0.017438	9.858029	9
52	9.840722	9.982814	0.017186	9.857908	8
53	9.840854	9.983067	0.016933	9.857786	7
54	9.840985	9.983320	0.016680	9.857665	6
55	9.841116	9.983573	0.016427	9.857543	5
56	9.841247	9.983826	0.016174	9.857422	4
57	9.841378	9.984079	0.015921	9.857300	3
58	9.841509	9.984332	0.015668	9.857178	2
59	9.841640	9.984584	0.015416	9.857056	1
60	9.841771	9.984837	0.015163	9.856934	0
	Cosin. 46	Cotang. 46	Tang. 46	Sin. 46	′

Logarithmes des Nombres.

Nomb.	Logarith.
7830	3.893762
7831	3.893817
7832	3.893873
7833	3.893928
7834	3.893984
7835	3.894039
7836	3.894094
7837	3.894150
7838	3.894205
7839	3.894261
7840	3.894316
7841	3.894371
7842	3.894427
7843	3.894482
7844	3.894538
7845	3.894593
7846	3.894648
7847	3.894704
7848	3.894759
7849	3.894814
7850	3.894870
7851	3.894925
7852	3.894980
7853	3.895036
7854	3.895091
7855	3.895146
7856	3.895201
7857	3.895257
7858	3.895312
7859	3.895367
7860	3.895423
7861	3.895478
7862	3.895533
7863	3.895588
7864	3.895644
7865	3.895699
7866	3.895754
7867	3.895809
7868	3.895864
7869	3.895920
7870	3.895975
7871	3.896030
7872	3.896085
7873	3.896140
7874	3.896195

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7875	3.896251	7890	3.897077	7905	3.897902
7876	3.896306	7891	3.897132	7906	3.897957
7877	3.896361	7892	3.897187	7907	3.898012
7878	3.896416	7893	3.897242	7908	3.898067
7879	3.896471	7894	3.897297	7909	3.898122
7880	3.896526	7895	3.897352	7910	3.898176
7881	3.896581	7896	3.897407	7911	3.898231
7882	3.896636	7897	3.897462	7912	3.898286
7883	3.896692	7898	3.897517	7913	3.898341
7884	3.896747	7899	3.897572	7914	3.898396
7885	3.896802	7900	3.897627	7915	3.898451
7886	3.896857	7901	3.897682	7916	3.898506
7887	3.896912	7902	3.897737	7917	3.898561
7888	3.896967	7903	3.897792	7918	3.898615
7889	3.897022	7904	3.897847	7919	3.898670

′	Sin. 44	Tang. 44	Cotang. 44	Cosin. 44	
0	9.841771	9.984837	0.015163	9.856934	60
1	9.841902	9.985090	0.014910	9.856812	59
2	9.842033	9.985343	0.014657	9.856690	58
3	9.842163	9.985596	0.014404	9.856568	57
4	9.842294	9.985848	0.014152	9.856446	56
5	9.842424	9.986101	0.013899	9.856323	55
6	9.842555	9.986354	0.013646	9.856201	54
7	9.842685	9.986607	0.013393	9.856078	53
8	9.842815	9.986860	0.013140	9.855956	52
9	9.842946	9.987112	0.012888	9.855833	51
10	9.843076	9.987365	0.012635	9.855711	50
11	9.843206	9.987618	0.012382	9.855588	49
12	9.843336	9.987871	0.012129	9.855465	48
13	9.843466	9.988123	0.011877	9.855342	47
14	9.843595	9.988376	0.011624	9.855219	46
15	9.843725	9.988629	0.011371	9.855096	45
16	9.843855	9.988882	0.011118	9.854973	44
17	9.843984	9.989134	0.010866	9.854850	43
18	9.844114	9.989387	0.010613	9.854727	42
19	9.844243	9.989640	0.010360	9.854603	41
20	9.844372	9.989893	0.010107	9.854480	40
21	9.844502	9.990145	0.009855	9.854356	39
22	9.844631	9.990398	0.009602	9.854233	38
23	9.844760	9.990651	0.009349	9.854109	37
24	9.844889	9.990903	0.009097	9.853986	36
25	9.845018	9.991156	0.008844	9.853862	35
26	9.845147	9.991409	0.008591	9.853738	34
27	9.845276	9.991662	0.008338	9.853614	33
28	9.845405	9.991914	0.008086	9.853490	32
29	9.845533	9.992167	0.007833	9.853366	31
30	9.845662	9.992420	0.007580	9.853242	30
	Cosin. 45	Cotang. 45	Tang. 45	Sin. 45	′

LOGARITHMES DES NOMBRES.

Nomb.	Logarith.
7920	3.898725
7921	3.898780
7922	3.898835
7923	3.898890
7924	3.898944
7925	3.898999
7926	3.899054
7927	3.899109
7928	3.899164
7929	3.899218
7930	3.899273
7931	3.899328
7932	3.899383
7933	3.899437
7934	3.899492
7935	3.899547
7936	3.899602
7937	3.899656
7938	3.899711
7939	3.899766
7940	3.899821
7941	3.899875
7942	3.899930
7943	3.899985
7944	3.900039
7945	3.900094
7946	3.900149
7947	3.900203
7948	3.900258
7949	3.900312
7950	3.900367
7951	3.900422
7952	3.900476
7953	3.900531
7954	3.900586
7955	3.900640
7956	3.900695
7957	3.900749
7958	3.900804
7959	3.900859
7960	3.900913
7961	3.900968
7962	3.901022
7963	3.901077
7964	3.901131

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
7965	3.901186	7980	3.902003	7995	3.902818
7966	3.901240	7981	3.902057	7996	3.902873
7967	3.901295	7982	3.902112	7997	3.902927
7968	3.901349	7983	3.902166	7998	3.902981
7969	3.901404	7984	3.902221	7999	3.903036
7970	3.901458	7985	3.902275	8000	3.903090
7971	3.901513	7986	3.902329	8001	3.903144
7972	3.901567	7987	3.902384	8002	3.903199
7973	3.901622	7988	3.902438	8003	3.903253
7974	3.901676	7989	3.902492	8004	3.903307
7975	3.901731	7990	3.902547	8005	3.903361
7976	3.901785	7991	3.902601	8006	3.903416
7977	3.901840	7992	3.902655	8007	3.903470
7978	3.901894	7993	3.902710	8008	3.903524
7979	3.901948	7994	3.902764	8009	3.903578

Logarithmes des Nombres.

′	Sin. 44	Tang. 44	Cotang. 44	Cosin. 44	
30	9.845662	9.992420	0.007580	9.853242	30
31	9.845790	9.992672	0.007328	9.853118	29
32	9.845919	9.992925	0.007075	9.852994	28
33	9.846047	9.993178	0.006822	9.852869	27
34	9.846175	9.993431	0.006569	9.852745	26
35	9.846304	9.993683	0.006317	9.852620	25
36	9.846432	9.993936	0.006064	9.852496	24
37	9.846560	9.994189	0.005811	9.852371	23
38	9.846688	9.994441	0.005559	9.852247	22
39	9.846816	9.994694	0.005306	9.852122	21
40	9.846944	9.994947	0.005053	9.851997	20
41	9.847071	9.995199	0.004801	9.851872	19
42	9.847199	9.995452	0.004548	9.851747	18
43	9.847327	9.995705	0.004295	9.851622	17
44	9.847454	9.995957	0.004043	9.851497	16
45	9.847582	9.996210	0.003790	9.851372	15
46	9.847709	9.996463	0.003537	9.851246	14
47	9.847836	9.996715	0.003285	9.851121	13
48	9.847964	9.996968	0.003032	9.850996	12
49	9.848091	9.997221	0.002779	9.850870	11
50	9.848218	9.997473	0.002527	9.850745	10
51	9.848345	9.997726	0.002274	9.850619	9
52	9.848472	9.997979	0.002021	9.850493	8
53	9.848599	9.998231	0.001769	9.850368	7
54	9.848726	9.998484	0.001516	9.850242	6
55	9.848852	9.998737	0.001263	9.850116	5
56	9.848979	9.998989	0.001011	9.849990	4
57	9.849106	9.999242	0.000758	9.849864	3
58	9.849232	9.999495	0.000505	9.849738	2
59	9.849359	9.999747	0.000253	9.849611	1
60	9.849485	0.000000	0.000000	9.849485	0
	Cosin. 45	Cotang. 45	Tang. 45	Sin. 45	′

Nomb.	Logarith.
8010	3.903633
8011	3.903687
8012	3.903741
8013	3.903795
8014	3.903849
8015	3.903904
8016	3.903958
8017	3.904012
8018	3.904066
8019	3.904120
8020	3.904174
8021	3.904229
8022	3.904283
8023	3.904337
8024	3.904391
8025	3.904445
8026	3.904499
8027	3.904553
8028	3.904607
8029	3.904661
8030	3.904716
8031	3.904770
8032	3.904824
8033	3.904878
8034	3.904932
8035	3.904986
8036	3.905040
8037	3.905094
8038	3.905148
8039	3.905202
8040	3.905256
8041	3.905310
8042	3.905364
8043	3.905418
8044	3.905472
8045	3.905526
8046	3.905580
8047	3.905634
8048	3.905688
8049	3.905742
8050	3.905796
8051	3.905850
8052	3.905904
8053	3.905958
8054	3.906012

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
8055	3.906066	8070	3.906874	8085	3.907680
8056	3.906119	8071	3.906927	8086	3.907734
8057	3.906173	8072	3.906981	8087	3.907787
8058	3.906227	8073	3.907035	8088	3.907841
8059	3.906281	8074	3.907089	8089	3.907895
8060	3.906335	8075	3.907143	8090	3.907949
8061	3.906389	8076	3.907196	8091	3.908002
8062	3.906443	8077	3.907250	8092	3.908056
8063	3.906497	8078	3.907304	8093	3.908110
8064	3.906551	8079	3.907358	8094	3.908110
8065	3.906604	8080	3.907411	8095	3.908217
8066	3.906658	8081	3.907465	8096	3.908270
8067	3.906712	8082	3.907519	8097	3.908324
8068	3.906766	8083	3.907573	8098	3.908378
8069	3.906820	8084	3.907626	8099	3.908431

Nomb.	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*	*Nomb.*	*Logarith.*
8100	3.908485	8148	3.911051	8196	3.913602	8244	3.916138
8101	3.908539	8149	3.911104	8197	3.913655	8245	3.916191
8102	3.908592	8150	3.911158	8198	3.913708	8246	3.916243
8103	3.908646	8151	3.911211	8199	3.913761	8247	3.916296
8104	3.908699	8152	3.911264	8200	3.913814	8248	3.916349
8105	3.908753	8153	3.911317	8201	3.913867	8249	3.916401
8106	3.908807	8154	3.911371	8202	3.913920	8250	3.916454
8107	3.908860	8155	3.911424	8203	3.913973	8251	3.916507
8108	3.908914	8156	3.911477	8204	3.914026	8252	3.916559
8109	3.908967	8157	3.911530	8205	3.914079	8253	3.916612
8110	3.909021	8158	3.911584	8206	3.914132	8254	3.916664
8111	3.909074	8159	3.911637	8207	3.914184	8255	3.916717
8112	3.909128	8160	3.911690	8208	3.914237	8256	3.916770
8113	3.909181	8161	3.911743	8209	3.914290	8257	3.916822
8114	3.909235	8162	3.911797	8210	3.914343	8258	3.916875
8115	3.909289	8163	3.911850	8211	3.914396	8259	3.916927
8116	3.909342	8164	3.911903	8212	3.914449	8260	3.916980
8117	3.909396	8165	3.911956	8213	3.914502	8261	3.917033
8118	3.909449	8166	3.912009	8214	3.914555	8262	3.917085
8119	3.909503	8167	3.912063	8215	3.914608	8263	3.917138
8120	3.909556	8168	3.912116	8216	3.914660	8264	3.917190
8121	3.909610	8169	3.912169	8217	3.914713	8265	3.917243
8122	3.909663	8170	3.912222	8218	3.914766	8266	3.917295
8123	3.909716	8171	3.912275	8219	3.914819	8267	3.917348
8124	3.909770	8172	3.912328	8220	3.914872	8268	3.917400
8125	3.909823	8173	3.912381	8221	3.914925	8269	3.917453
8126	3.909877	8174	3.912435	8222	3.914977	8270	3.917506
8127	3.909930	8175	3.912488	8223	3.915030	8271	3.917558
8128	3.909984	8176	3.912541	8224	3.915083	8272	3.917611
8129	3.910037	8177	3.912594	8225	3.915136	8273	3.917663
8130	3.910091	8178	3.912647	8226	3.915189	8274	3.917716
8131	3.910144	8179	3.912700	8227	3.915241	8275	3.917768
8132	3.910197	8180	3.912753	8228	3.915294	8276	3.917820
8133	3.910251	8181	3.912806	8229	3.915347	8277	3.917873
8134	3.910304	8182	3.912859	8230	3.915400	8278	3.917925
8135	3.910358	8183	3.912913	8231	3.915453	8279	3.917978
8136	3.910411	8184	3.912966	8232	3.915505	8280	3.918030
8137	3.910464	8185	3.913019	8233	3.915558	8281	3.918083
8138	3.910518	8186	3.913072	8234	3.915611	8282	3.918135
8139	3.910571	8187	3.913125	8235	3.915664	8283	3.918188
8140	3.910624	8188	3.913178	8236	3.915716	8284	3.918240
8141	3.910678	8189	3.913231	8237	3.915769	8285	3.918293
8142	3.910731	8190	3.913284	8238	3.915822	8286	3.918345
8143	3.910784	8191	3.913337	8239	3.915874	8287	3.918397
8144	3.910838	8192	3.913390	8240	3.915927	8288	3.918450
8145	3.910891	8193	3.913443	8241	3.915980	8289	3.918502
8146	3.910944	8194	3.913496	8242	3.916033	8290	3.918555
8147	3.910998	8195	3.913549	8243	3.916085	8291	3.918607

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
8292	3.918659	8340	3.921166	8388	3.923658	8436	3.926137
8293	3.918712	8341	3.921218	8389	3.923710	8437	3.926188
8294	3.918764	8342	3.921270	8390	3.923762	8438	3.926240
8295	3.918816	8343	3.921322	8391	3.923814	8439	3.926291
8296	3.918869	8344	3.921374	8392	3.923865	8440	3.926342
8297	3.918921	8345	3.921426	8393	3.923917	8441	3.926394
8298	3.918973	8346	3.921478	8394	3.923969	8442	3.926445
8299	3.919026	8347	3.921530	8395	3.924021	8443	3.926497
8300	3.919078	8348	3.921582	8396	3.924072	8444	3.926548
8301	3.919130	8349	3.921634	8397	3.924124	8445	3.926600
8302	3.919183	8350	3.921686	8398	3.924176	8446	3.926651
8303	3.919235	8351	3.921738	8399	3.924228	8447	3.926702
8304	3.919287	8352	3.921790	8400	3.924279	8448	3.926754
8305	3.919340	8353	3.921842	8401	3.924331	8449	3.926805
8306	3.919392	8354	3.921894	8402	3.924383	8450	3.926857
8307	3.919444	8355	3.921946	8403	3.924434	8451	3.926908
8308	3.919496	8356	3.921998	8404	3.924486	8452	3.926959
8309	3.919549	8357	3.922050	8405	3.924538	8453	3.927011
8310	3.919601	8358	3.922102	8406	3.924589	8454	3.927062
8311	3.919653	8359	3.922154	8407	3.924641	8455	3.927114
8312	3.919706	8360	3.922206	8408	3.924693	8456	3.927165
8313	3.919758	8361	3.922258	8409	3.924744	8457	3.927216
8314	3.919810	8362	3.922310	8410	3.924796	8458	3.927268
8315	3.919862	8363	3.922362	8411	3.924848	8459	3.927319
8316	3.919914	8364	3.922414	8412	3.924899	8460	3.927370
8317	3.919967	8365	3.922466	8413	3.924951	8461	3.927422
8318	3.920019	8366	3.922518	8414	3.925002	8462	3.927473
8319	3.920071	8367	3.922570	8415	3.925054	8463	3.927524
8320	3.920123	8368	3.922622	8416	3.925106	8464	3.927576
8321	3.920176	8369	3.922674	8417	3.925157	8465	3.927627
8322	3.920228	8370	3.922725	8418	3.925209	8466	3.927678
8323	3.920280	8371	3.922777	8419	3.925261	8467	3.927730
8324	3.920332	8372	3.922829	8420	3.925312	8468	3.927781
8325	3.920384	8373	3.922881	8421	3.925364	8469	3.927832
8326	3.920436	8374	3.922933	8422	3.925415	8470	3.927883
8327	3.920489	8375	3.922985	8423	3.925467	8471	3.927935
8328	3.920541	8376	3.923037	8424	3.925518	8472	3.927986
8329	3.920593	8377	3.923089	8425	3.925570	8473	3.928037
8330	3.920645	8378	3.923140	8426	3.925621	8474	3.928088
8331	3.920697	8379	3.923192	8427	3.925673	8475	3.928140
8332	3.920749	8380	3.923244	8428	3.925725	8476	3.928191
8333	3.920801	8381	3.923296	8429	3.925776	8477	3.928242
8334	3.920853	8382	3.923348	8430	3.925828	8478	3.928293
8335	3.920906	8383	3.923399	8431	3.925879	8479	3.928345
8336	3.920958	8384	3.923451	8432	3.925931	8480	3.928396
8337	3.921010	8385	3.923503	8433	3.925982	8481	3.928447
8338	3.921062	8386	3.923555	8434	3.926034	8482	3.928498
8339	3.921114	8387	3.923607	8435	3.926085	8483	3.928549

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
8484	3.928601	8532	3.931051	8580	3.933487	8628	3.935910
8485	3.928652	8533	3.931102	8581	3.933538	8629	3.935960
8486	3.928703	8534	3.931153	8582	3.933589	8630	3.936011
8487	3.928754	8535	3.931204	8583	3.933639	8631	3.936061
8488	3.928805	8536	3.931254	8584	3.933690	8632	3.936111
8489	3.928857	8537	3.931305	8585	3.933740	8633	3.936162
8490	3.928908	8538	3.931356	8586	3.933791	8634	3.936212
8491	3.928959	8539	3.931407	8587	3.933841	8635	3.936262
8492	3.929010	8540	3.931458	8588	3.933892	8636	3.936313
8493	3.929061	8541	3.931509	8589	3.933943	8637	3.936363
8494	3.929112	8542	3.931560	8590	3.933993	8638	3.936413
8495	3.929163	8543	3.931610	8591	3.934044	8639	3.936463
8496	3.929215	8544	3.931661	8592	3.934094	8640	3.936514
8497	3.929266	8545	3.931712	8593	3.934145	8641	3.936564
8498	3.929317	8546	3.931763	8594	3.934195	8642	3.936614
8499	3.929368	8547	3.931814	8595	3.934246	8643	3.936665
8500	3.929419	8548	3.931865	8596	3.934296	8644	3.936715
8501	3.929470	8549	3.931915	8597	3.934347	8645	3.936765
8502	3.929521	8550	3.931966	8598	3.934397	8646	3.936815
8503	3.929572	8551	3.932017	8599	3.934448	8647	3.936865
8504	3.929623	8552	3.932068	8600	3.934498	8648	3.936916
8505	3.929674	8553	3.932118	8601	3.934549	8649	3.936966
8506	3.929725	8554	3.932169	8602	3.934599	8650	3.937016
8507	3.929776	8555	3.932220	8603	3.934650	8651	3.937066
8508	3.929827	8556	3.932271	8604	3.934700	8652	3.937117
8509	3.929879	8557	3.932322	8605	3.934751	8653	3.937167
8510	3.929930	8558	3.932372	8606	3.934801	8654	3.937217
8511	3.929981	8559	3.932423	8607	3.934852	8655	3.937267
8512	3.930032	8560	3.932474	8608	3.934902	8656	3.937317
8513	3.930083	8561	3.932524	8609	3.934953	8657	3.937367
8514	3.930134	8562	3.932575	8610	3.935003	8658	3.937418
8515	3.930185	8563	3.932626	8611	3.935054	8659	3.937468
8516	3.930236	8564	3.932677	8612	3.935104	8660	3.937518
8517	3.930287	8565	3.932727	8613	3.935154	8661	3.937568
8518	3.930338	8566	3.932778	8614	3.935205	8662	3.937618
8519	3.930389	8567	3.932829	8615	3.935255	8663	3.937668
8520	3.930440	8568	3.932879	8616	3.935306	8664	3.937718
8521	3.930491	8569	3.932930	8617	3.935356	8665	3.937769
8522	3.930542	8570	3.932981	8618	3.935406	8666	3.937819
8523	3.930592	8571	3.933031	8619	3.935457	8667	3.937869
8524	3.930643	8572	3.933082	8620	3.935507	8668	3.937919
8525	3.930694	8573	3.933133	8621	3.935558	8669	3.937969
8526	3.930745	8574	3.933183	8622	3.935608	8670	3.938019
8527	3.930796	8575	3.933234	8623	3.935658	8671	3.938069
8528	3.930847	8576	3.933285	8624	3.935709	8672	3.938119
8529	3.930898	8577	3.933335	8625	3.935759	8673	3.938169
8530	3.930949	8578	3.933386	8626	3.935809	8674	3.938219
8531	3.931000	8579	3.933437	8627	3.935860	8675	3.938269

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
8676	3.938320	8724	3.940716	8772	3.943099	8820	3.945469
8677	3.938370	8725	3.940765	8773	3.943148	8821	3.945518
8678	3.938420	8726	3.940815	8774	3.943198	8822	3.945567
8679	3.938470	8727	3.940865	8775	3.943247	8823	3.945616
8680	3.938520	8728	3.940915	8776	3.943297	8824	3.945665
8681	3.938570	8729	3.940964	8777	3.943346	8825	3.945715
8682	3.938620	8730	3.941014	8778	3.943396	8826	3.945764
8683	3.938670	8731	3.941064	8779	3.943445	8827	3.945813
8684	3.938720	8732	3.941114	8780	3.943495	8828	3.945862
8685	3.938770	8733	3.941163	8781	3.943544	8829	3.945912
8686	3.938820	8734	3.941213	8782	3.943593	8830	3.945961
8687	3.938870	8735	3.941263	8783	3.943643	8831	3.946010
8688	3.938920	8736	3.941313	8784	3.943692	8832	3.946059
8689	3.938970	8737	3.941362	8785	3.943742	8833	3.946108
8690	3.939020	8738	3.941412	8786	3.943791	8834	3.946157
8691	3.939070	8739	3.941462	8787	3.943841	8835	3.946207
8692	3.939120	8740	3.941511	8788	3.943890	8836	3.946256
8693	3.939170	8741	3.941561	8789	3.943939	8837	3.946305
8694	3.939220	8742	3.941611	8790	3.943989	8838	3.946354
8695	3.939270	8743	3.941660	8791	3.944038	8839	3.946403
8696	3.939320	8744	3.941710	8792	3.944088	8840	3.946452
8697	3.939369	8745	3.941760	8793	3.944137	8841	3.946501
8698	3.939419	8746	3.941809	8794	3.944186	8842	3.946550
8699	3.939469	8747	3.941859	8795	3.944236	8843	3.946600
8700	3.939519	8748	3.941909	8796	3.944285	8844	3.946649
8701	3.939569	8749	3.941958	8797	3.944335	8845	3.946698
8702	3.939619	8750	3.942008	8798	3.944384	8846	3.946747
8703	3.939669	8751	3.942058	8799	3.944433	8847	3.946796
8704	3.939719	8752	3.942107	8800	3.944483	8848	3 946845
8705	3.939769	8753	3.942157	8801	3.944532	8849	3.946894
8706	3.939819	8754	3.942207	8802	3.944581	8850	3.946943
8707	3.939869	8755	3.942256	8803	3.944631	8851	3 946992
8708	3.939918	8756	3.942306	8804	3.944680	8852	3.947041
8709	3.939968	8757	3.942355	8805	3.944729	8853	3.947090
8710	3.940018	8758	3.942405	8806	3.944779	8854	3.947140
8711	3.940068	8759	3.942455	8807	3.944828	8855	3.947189
8712	3.940118	8760	3.942504	8808	3.944877	8856	3.947238
8713	3.940168	8761	3.942554	8809	3.944927	8857	3.947287
8714	3.940218	8762	3.942603	8810	3.944976	8858	3.947336
8715	3.940267	8763	3.942653	8811	3.945025	8859	3.947385
8716	3.940317	8764	3.942702	8812	3.945074	8860	3.947434
8717	3.940367	8765	3.942752	8813	3.945124	8861	3.947483
8718	3.940417	8766	3.942801	8814	3.945173	8862	3.947532
8719	3.940467	8767	3.942851	8815	3.945222	8863	3.947581
8720	3.940516	8768	3.942901	8816	3.945272	8864	3.947630
8721	3.940566	8769	3.942950	8817	3.945321	8865	3.947679
8722	3.940616	8770	3.943000	8818	3.945370	8866	3.947728
8723	3.940666	8771	3.943049	8819	3.945419	8867	3.947777

Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.	Nomb.	Logarith.
8868	3.947826	8901	3.949439	8934	3.951046	8967	3.952647
8869	3.947875	8902	3.949488	8935	3.951095	8968	3.952696
8870	3.947924	8903	3.949536	8936	3.951143	8969	3.952744
8871	3.947973	8904	3.949585	8937	3.951192	8970	3.952792
8872	3.948022	8905	3.949634	8938	3.951240	8971	3.952841
8873	3.948070	8906	3.949683	8939	3.951289	8972	3.952889
8874	3.948119	8907	3.949731	8940	3.951338	8973	3.952938
8875	3.948168	8908	3.949780	8941	3.951386	8974	3.952986
8876	3.948217	8909	3.949829	8942	3.951435	8975	3.953034
8877	3.948266	8910	3.949878	8943	3.951483	8976	3.953083
8878	3.948315	8911	3.949926	8944	3.951532	8977	3.953131
8879	3.948364	8912	3.949975	8945	3.951580	8978	3.953180
8880	3.948413	8913	3.950024	8946	3.951629	8979	3.953228
8881	3.948462	8914	3.950073	8947	3.951677	8980	3.953276
8882	3.948511	8915	3.950121	8948	3.951726	8981	3.953325
8883	3.948560	8916	3.950170	8949	3.951774	8982	3.953373
8884	3.948609	8917	3.950219	8950	3.951823	8983	3.953421
8885	3.948657	8918	3.950267	8951	3.951872	8984	3.953470
8886	3.948706	8919	3.950316	8952	3.951920	8985	3.953518
8887	3.948755	8920	3.950365	8953	3.951969	8986	3.953566
8888	3.948804	8921	3.950414	8954	3.952017	8987	3.953615
8889	3.948853	8922	3.950462	8955	3.952066	8988	3.953663
8890	3.948902	8923	3.950511	8956	3.952114	8989	3.953711
8891	3.948951	8924	3.950560	8957	3.952163	8990	3.953760
8892	3.948999	8925	3.950608	8958	3.952211	8991	3.953808
8893	3.949048	8926	3.950657	8959	3.952260	8992	3.953856
8894	3.949097	8927	3.950706	8960	3.952308	8993	3.953905
8895	3.949146	8928	3.950754	8961	3.952356	8994	3.953953
8896	3.949195	8929	3.950803	8962	3.952405	8995	3.954001
8897	3.949244	8930	3.950851	8963	3.952453	8996	3.954049
8898	3.949292	8931	3.950900	8964	3.952502	8997	3.954098
8899	3.949341	8932	3.950949	8965	3.952550	8998	3.954146
8900	3.949390	8933	3.950997	8966	3.952599	8999	3.954194

F I N.

Avertissement.

Dans la page 254, *au dernier* alinea, *lisez*, *pour plus de clarté de la premiere phrase...* Du point *E* trouvé comme ci-dessus (576) par l'intersection de deux droites, dont l'une passe par les points *C*, *D* de la hauteur de l'étoile, & l'autre par les points *A*, *B* de sa hauteur méridienne & de son plus grand abaissement, menez sur l'horizon une perpendiculaire *EM*.

blio^tt d





